

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜRDÜRÜLEBİLİR SU VE ATIK SU YÖNETİMİ İÇİN EN UYGUN STRATEJİ
MODELİNİN VE PERFORMANS DEĞERLENDİRME SİSTEMİNİN
GELİŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Selami KILIÇ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mahmut FIRAT

HAZİRAN-2023

T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜRDÜRÜLEBİLİR SU VE ATIK SU YÖNETİMİ İÇİN EN UYGUN STRATEJİ
MODELİNİN VE PERFORMANS DEĞERLENDİRME SİSTEMİNİN
GELİŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Selami KILIÇ
36193621003

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mahmut FIRAT

HAZİRAN-2023

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasında değerli bilgi ve tecrübeleriyle desteklerini esirgemeyen ve karşılaştığım güçlüklerin aşılmasında yön gösterici olan değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mahmut FIRAT'a,

Tez çalışmalarımda yardımlarını ve bilimsel katkılarını esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Mahmud GÜNGÖR ve Doç. Dr. Abdullah ATEŞ'e, tezimin analiz kısmında katkılarını benden esirgemeyen ekip arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi Cansu BOZKURT ve Dr. Öğr. Üyesi Salih YILMAZ'a,

Çalışma kapsamında gerekli veri ve teknik destek sağlayan Kayseri Su ve Kanalizasyon İdaresi (KASKİ) Genel Müdürü Sayın Doç. Dr. Özgür ÖZDEMİR'e,

Doktora tez çalışmalarımın her aşamasında bana destek olan, aileme,

Bu tez çalışması İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, İÜ-BAP FDK-2021/2718 numaralı proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine,

teşekkür ederim.

ONUR SÖZÜ

Prof. Dr. Mahmut FIRAT'ın danışmanlığında doktora tezi olarak sunduğum “Sürdürülebilir Su ve Atık Su Yönetimi İçin En Uygun Strateji Modelinin Ve Performans Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Selami KILIÇ



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ	i
ONUR SÖZÜ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
SEMBOLLER VE KISALTMALAR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Kentsel Su Yönetimi.....	4
2.2. Kentsel Atık Su Yönetimi.....	12
2.3. Atık Su Arıtma Yönetimi	16
3.ÇALIŞMA ALANI	24
4. SÜRDÜRÜLEBİLİR SU, KANALİZASYON VE ATIKSU ARITMA SİSTEMLERİ İÇİN YENİ BİR İŞLETME VE YÖNETİM MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ.....	27
4.1. Mevcut Durum Analiz ve İzleme Sistemi (MDA)	30
4.2. VERİ Sistemi	37
4.3. HEDEF Matrisi.....	41
4.4.YÖNTEM Matrisi.....	41
4.5. PADS Matrisi	48
4.6. PUAN Sistemi	55
4.7. MDA MATRİSİNİN TEST EDİLMESİ	62
5. ATIK SU TOPLAMA VE YAĞMURSUYU DRENAJ SİSTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİMİ İÇİN MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRME MODELİNİN UYGULANMASI	68
6. ATIK SU ARITMA TESİSLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİMİ VE İŞLETİLMESİ İÇİN MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRME MODELİNİN UYGULANMASI	96
7. MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRME MATRİSİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ İÇİN OPTİMİZASYON TABANLI MODEL GELİŞTİRİLMESİ.....	121
7.1.Model Metodolojisi, Matematiksel Altyapı ve Modelin Geliştirilmesi.....	121
SONUÇLAR	153
KAYNAKLAR.....	157
ÖZGEÇMİŞ.....	174

ÇİZELGELER DİZİNİ

Tablo 4.1 Mevcut Durum Analiz ve İzleme Sistemindeki (MDA) ana kategoriler ve temel seviye bileşenler.....	32
Tablo 4.2 Mevcut Durum Analiz ve İzleme Sistemindeki (MDA) ana kategoriler ve orta seviye bileşenler.....	33
Tablo 4.3 Mevcut Durum Analiz ve İzleme Sistemindeki (MDA) ana kategoriler ve ileri seviye bileşenler	34
Tablo 4.4 Veri matrisi ana kategoriler ve temel seviye bileşenler	38
Tablo 4.5 Veri matrisi ana kategoriler ve orta seviye bileşenler	39
Tablo 4.6 Veri matrisi ana kategoriler ve ileri seviye bileşenler.....	40
Tablo 4.7 Yöntem matrisi ana kategoriler ve temel seviye bileşenler.....	42
Tablo 4.8 Yöntem matrisi ana kategoriler ve orta seviye bileşenler.....	44
Tablo 4.9 Yöntem matrisi ana kategoriler ve ileri seviye bileşenler.....	46
Tablo 4.10 Performans Matrisi ana kategoriler ve temel seviye bileşenler.....	49
Tablo 4.11 Performans Matrisi ana kategoriler ve orta seviye bileşenler.....	51
Tablo 4.12 Performans Matrisi ana kategoriler ve ileri seviye bileşenler	53
Tablo 4.13 Mevcut Durum Analizi Puanlandırma Sonuçları	63
Tablo 5.1 Atık su yönetimi uygulamalarının temel seviye bileşenleri için puanlama yapısı..	71
Tablo 5.2 Atık su yönetimi uygulamalarının orta seviye bileşenleri için puanlama yapısı.....	74
Tablo 5.3 Atık su yönetimi uygulamalarının ileri seviye bileşenleri için puanlama yapısı	77
Tablo 6.1 Atıksu arıtma yönetimi için geliştirilen modelde atık su uygulamalarının temel seviye bileşenleri için puanlama yapısı	99
Tablo 6.2 Atıksu arıtma yönetimi için geliştirilen modelde atık su uygulamalarının orta seviye bileşenleri için puanlama yapısı	102
Tablo 6.3 Atıksu arıtma yönetimi için geliştirilen modelde atık su uygulamalarının ileri seviye bileşenleri için puanlama yapısı	105
Tablo 6.4. Temel seviye bileşenler için puanlama sonuçları ve hedefler.....	112
Tablo 6.5 Orta seviye bileşenler için puanlama sonuçları ve hedefler	115
Tablo 6.6 İleri seviye bileşenler için puanlama sonuçları ve hedefler	117
Tablo 7.1 Su ve atık su yönetimi için optimizasyon modeli matrisi	125
Tablo 7.2 Su ve atık su yönetimi optimizasyon modelinde kullanılan etki katsayıları	126
Tablo 7.3 MDA Bileşenleri için Etki Katsayısı Hesabı.....	128
Tablo 7.4 Başlangıç puanlarına göre sonuç matrisinin alması gereken değerler	129
Tablo 7.5 İdare 1 için mevcut puanlar ve optimizasyon sonucu ortalama hedef puanlar	145
Tablo 7.6 İdare 2 için mevcut puanlar ve optimizasyon sonucu ortalama hedef puanlar	147
Tablo 7.7 İdare 3 için mevcut puanlar ve optimizasyon sonucu ortalama hedef puanlar	150

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çalışma kapsamında seçilen pilot Su ve Kanalizasyon İdareleri.....	27
Şekil 4.1 Su, Kanalizasyon ve AAT işletme ve yönetiminde strateji modelinin ana matrisleri ...	29
Şekil 4.2 Su, Kanalizasyon ve AAT işletimi ve yönetiminin uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için Akış Şeması.....	57
Şekil 5.1 Kanalizasyon ve yağmur suyu yönetimi uygulamalarının uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için akış şeması.....	85
Şekil 5.3 Temel düzey bileşenler için puanlama sonuçları ve hedefler.....	88
Şekil 5.4 Orta seviye bileşenler için puanlama sonuçları ve hedefler.....	90
Şekil 5.5 İleri seviye bileşenler için puanlama sonuçları ve hedefler	92
Şekil 6.1 Atık su arıtma yönetimi için önerilen strateji modelinin ana matrisleri	97
Şekil 6.2 Atık su arıtma yönetimi uygulamalarının uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için akış şeması.....	110
Şekil 7.1 Su ve atık su yönetimi için Dm matrisi optimizasyon modeli.....	143
Şekil 7.2 İdare 1 için mevcut puanlar ve optimizasyon sonucu hedef puanlar	145
Şekil 7.3 İdare 2 için mevcut puanlar ve optimizasyon sonucu hedef puanlar	148
Şekil 7.4 İdare 3 için mevcut puanlar ve optimizasyon sonucu hedef puanlar	151

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

AAT	:Atık Su Arıtma Tesisi
ABYS	: Abone Bilgi ve Yönetim Sistemi
ADB	: Asya Gelişim Bankası
AF	: Amaç Fonksiyonu
AWWA	: Amerikan Su İşleri Birliği
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DMA	: İzole Ölçüm Bölge
DO	: Denge Optimizasyonu
GGS	: Gelir Getirmeyen Su
GIS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
IBNET	: Su ve Kanalizasyon İdareleri için Uluslararası Kıyaslamalı Performans Ağı
ILI	: Altyapı Kaçak İndeksi
IWA	: Uluslararası Su Birliği
KOİ	:Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MDA	:Mevcut Durum Analizi
MNF	: Minimum Gece Debisi
OFWAT	: Birleşik Krallık Su Servisleri
PADS	: Performans Analiz ve Değerlendirme Sistemi
PI	: Performans Göstergesi
SCADA	: Merkezi Denetim ve Veri Toplama Sistemi
SUEN	: Türkiye Su Enstitüsü
UARL	: Yıllık Kaçınılmaz Kayıp Miktarı

ÖZET

Doktora Tezi

SÜRDÜRÜLEBİLİR SU VE ATIK SU YÖNETİMİ İÇİN EN UYGUN STRATEJİ MODELİNİN VE PERFORMANS DEĞERLENDİRME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Selami KILIÇ

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

174+ X sayfa

2023

Danışman: Prof. Dr. Mahmut FIRAT

Sürdürülebilir kentsel su ve atık su döngüsü, etkin içme suyu şebeke yönetimi, su kaynaklarının verimli kullanılması, çevre ve insan sağlığının korunması ve kullanılan suların yeniden kullanılması açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle bu döngüyü oluşturan faaliyetler sistematik ve planlı bir şekilde yapılmalıdır. Ancak kentsel su döngüsü süreçlerinin yönetilmesi birçok durumda zaman alıcı ve maliyetlidir. Bundan dolayı kentsel su döngüsü süreçlerinin daha iyi anlaşılması ve iyileştirme süreçlerinin planlanması için öncelikle kurumun mevcut durumun kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Mevcut durum analizinde kentsel su yönetimi, atıksu toplama ve uzaklaştırma ve atıksu arıtma uygulamalarını kapsayan tüm değişkenler göz önüne alınmalıdır. Mevcut durum analizi süreçlerin etkin yönetiminde kilit rol oynadığı için idarede mevcutta uygulanan yöntemlerin verimlilikleri ve ölçülen verilerin kalitesi sorgulanmalıdır. Ancak mevcut durum analizi ve değerlendirmeleri için ölçülebilir ölçütlere dayanan bir analiz yapısının kullanılması oldukça önemlidir. Bu çalışmada, idarelerde su ve atık su bileşenlerinin mevcut durumu, veri kalitesi ve mevcut uygulama düzeylerinin analizini sağlayan özgün bir değerlendirme ve süreç yönetim modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model, Mevcut Durum Analiz Ve Yönetim Sistemi (MDA), veri matrisi (VERİ), performans analiz ve değerlendirme sistemi (PADS), hedef tanımlama sistemi (HEDEF) ve yöntem matrisi (YÖNTEM) olmak üzere 5 matristen oluşmaktadır. Bu modelin temelini MDA sistemi oluşturmaktadır. MDA sistemi, su ve atık su yönetimi uygulamalarını kapsayan 11 ana başlık altında toplam 231 bileşenden oluşmaktadır. Geliştirilen modelde MDA ile doğrudan ilişkili VERİ matrisi tanımlanmıştır. Bu matris yine 11 ana başlıkta toplam 231 değişkenden oluşmaktadır. Diğer taraftan VERİ matrisindeki veriler ile bağlantılı olan PAAS sistemi 11 ana başlık altında toplam 231 performans göstergesi içermektedir. Ayrıca, MDA ve PADS matrislerindeki bileşenlerin iyileştirilmesi için YÖNTEM matrisi tanımlanmıştır. Bu yöntem matrisi su ve atıksu yönetimi uygulamalarını kapsayacak şekilde 11 ana başlıkta toplam 231 bileşen (yöntem) içermektedir.

Kentsel su d6ngüsü süreçlerinin ve bileşenlerinin y6netilmesinde kullanılan verilerin kalitesinin sorgulanması ve y6ntemlerin mevcut uygulama seviyesinin analiz edilmesi için 6zgn bir puanlandırma sistemi geliştirilmiştir. Bu puanlandırma sisteminde her bir bileşen 0 ile 5 arasında idarenin mevcut durumuna g6re kademeli olarak puanlandırılmaktadır. Geliştirilen model pilot 3 idarede uygulanarak gerçek saha verilerine g6re test edilmiştir. İdarelerde mevcut durum değerlendirme sisteminin iyileştirilmesi için yapay zeki optimizasyon algoritması kullanarak 6zgn bir model geliştirilmiştir. Bu model kullanarak her bir idarenin mevcut durumuna g6re 231 bileşen için en uygun potansiyel iyileşme düzeyleri optimize edilmiştir. Geliştirilen bu model pilot 3 idare için uygulanmış ve test edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların kentsel su, atıksu toplama ve uzaklaştırma ve atıksu arıtma y6netimi kapsamında uygulayıcı ve karar vericiler için referans oluşturacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kentsel su d6ngs, kentsel su y6netimi, atıksu toplama, atıksu arıtma, mevcut durum analizi, optimizasyon, stratejik y6netim modeli



ABSTRACT

Phd. Thesis

DEVELOPING THE MOST APPROPRIATE STRATEGY MODEL AND PERFORMANCE ASSESSMENT SYSTEM FOR SUSTAINABLE WATER AND WASTEWATER MANAGEMENT

Selami KILIÇ

Inonu University
Graduate School of Nature and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

174+X pages

2023

Supervisor: Prof. Dr. Mahmut FIRAT

Sustainable urban water and wastewater cycle is critical in terms of effective water network management, efficient use of water resources, protection of environment and human health, and reuse of treated water. However, managing urban water cycle processes is time consuming and costly in many cases. Therefore the implementation of urban water cycle practices should be planned and implemented in a systematic way. First of all, the current situation of the institution should be analyzed comprehensively in order to better understand the urban water cycle processes and plan the improvement processes. All variables including urban water management, wastewater collection and disposal, and wastewater treatment practices should be considered in the current situation analysis. Since the current situation analysis plays a key role in the effective management of the processes, the efficiency of the methods currently applied in the administration and the quality of the measured data should be questioned. However, it is quite important to use an analysis structure based on measurable criteria for current situation analysis and evaluations. In this study, a novel evaluation and process management model is developed to ensure sustainable urban water and wastewater cycle, and to analyze the current status and data quality of water and wastewater management (WWM) practices in utilities. The developed model basically consists of 5 matrices, namely the current situation analysis and management system (CSAS), data matrix (DATA), performance assessment system (PAAS), target definition system (TARGET) and method matrix (TOOL). The basis of this model is the CSAS system. The CSAS system consists of a total of 231 components under 11 main headings covering WWM practices. In the developed model, the DATA matrix consisting of 231 variables under 11 main headings directly related to MDA is defined. On the other hand, the PAAS system, which is linked to the data in the DATA matrix, includes a total of 231 performance indicators under 11 main headings. In addition, the TOOL matrix was defined for the improvement of the components in the MDA and PADS matrices. This method matrix includes a total of 231 components (methods) under 11 main headings, covering water and wastewater management applications.

A unique scoring system was developed to question the quality of the data used to manage urban water cycle processes and their components, and to analyze the current level of application of the methods. In this scoring system, each component is graded between 0 and 5 according to the current state of the utility. The developed model was tested in pilot utilities and the results were discussed. It is observed that utility's I scores were generally better than utilities II and III. A unique model was developed by using artificial intelligence optimization algorithm to improve the current situation assessment system in administrations. The optimal potential improvement levels for 231 components were optimized according to the current situation of each administration using this model. It is thought that the results obtained from this study will be a reference for practitioners and decision makers within the scope of urban water, wastewater collection and disposal and wastewater treatment management.

Keywords: Urban water cycle, urban water management, wastewater collection, wastewater treatment, current situation analysis, optimization, strategic management model



1. GİRİŞ

Sürdürülebilir kentsel su ve atık su döngüsü, etkin içme suyu şebeke yönetimi, su kaynaklarının verimli kullanılması, çevre ve insan sağlığının korunması ve kullanılmış suların yeniden kullanılması açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle bu döngüyü oluşturan faaliyetler sistematik ve planlı bir şekilde yapılmalıdır. Kentsel su yönetiminde, yeterli miktar ve kalitede suyun zamanında abonelere iletilmesi en temel prensiptir. Ancak büyük ve karmaşık yapıya sahip dağıtım sistemlerinde işletme verimliliğinin sağlanması ve sistem genelinde aynı hizmet kalitesinin sağlanması genel olarak mümkün olmamaktadır. Dağıtım sistemlerinde, işletme koşullarının sürekli izlenmesi, hidrolik verilerin düzenli ölçülmesi ve izlenmesi ve işletme verimliliğinin düzenli analiz edilmesi önemli katkı sunmaktadır. Ayrıca, şebeke ve servis bağlantı arızalarının analizi ve yönetilmesi, gelir getirmeyen su bileşenlerinin analizi, fiziki kayıpların yönetilmesi, idari kayıpların yönetilmesi, performans değerlendirme ve izleme, ekonomik kayıp seviye analizi faaliyetleri sürdürülebilir kentsel su yönetiminde önemli rol oynamaktadır.

Temiz su kaynaklarının sınırlı olması, atık suların çevreye zarar vermeden arıtılması ve birçok sektörü doğrudan ilgilendirmesinden dolayı, su ve atık su yönetimi odaklanması gereken en önemli konulardan biridir. Dağıtım sistemlerinde su kayıplarının azaltılması ve yönetilmesi amacıyla maliyetleri, karmaşıklığı, verimlilikleri, etkileri ve gereksinimleri farklılık gösteren oldukça fazla yöntem bulunmaktadır. Bu nedenle teknik, sosyo-ekonomik, çevresel, ekonomik ve kurumsal kapasite gibi faktörler göz önüne alınarak en uygun seçenek belirlenmelidir. Su kayıp önleme yöntemleri genel olarak yüksek yatırım ve işletme maliyetleri oluşturmaktadır. Bu nedenle idarelerin mevcut durumu, teknik kapasitesi, idarelerin kısıtlı bütçeleri göz önüne alınarak en uygun önleme yöntemi belirlenmeli ve sızıntı yönetim planları oluşturulmalıdır.

Diğer taraftan, kullanılmış suların toplanması ve arıtma tesislerine iletilmesi, kentsel su ve atık su döngüsü içinde önemli bir role sahip olup insan ve çevre sağlığının korunmasına önemli katkılar sunmaktadır. Bu nedenle içme suyu hizmeti verilen bölgelerde veya sanayi tesislerinin olduğu bölgelerde kullanılmış suların toplanması için atık su şebekesi yeterli kapasite ve uygun işletme koşullarına sahip olmalıdır. Atık su şebeke hattı, parsel (bina) bağlantıları ve muayene bacaları gibi kritik öneme sahip sistem bileşenlerinin düzenli izlenmesi, atık su master planı ve atık su şebeke hidrolik modelinin oluşturulması, arızaya

sebepler olan faktörlerin analizi ve önleme yöntemlerinin geliştirilmesi faaliyetleri atık su şebekelerinin sürdürülebilir yönetimine önemli katkı sunmaktadır.

Benzer şekilde kullanılmış suların arıtılması, insan ve çevre sağlığı, çevre yönetimi, su kaynağı verimliliği ve enerji yönetimi açısından oldukça önemlidir. Kentsel su ve atık su döngüsünde atık su arıtma tesisleri enerji tüketiminde oldukça yüksek paya sahiptir. Bu nedenle atık su arıtma tesislerinin düzenli ve doğru işletilmesi, arıtılan suların kalitesi, enerji tüketiminin en aza indirilmesi ve işletme verimliliğinin sağlanmasına katkı sunmaktadır. Atık su arıtma tesislerinde, enerji tüketimlerinin izlenmesi ve yenilenebilir enerji üretimi, arıtma çamurlarının yönetilmesi ve enerji üretimi, arıtılan suların geri kullanımı, tesisin verimli bir şekilde yönetilmesi açısından oldukça önemlidir. Atık su arıtma tesislerinde işletme maliyetinin en büyük bileşeni enerji maliyetleri olduğu için enerji verimliliğinin sağlanması ve enerji yönetim sisteminin geliştirilmesi, enerji performans değerlendirme sisteminin oluşturulması oldukça kritiktir. Atık su arıtma tesislerinin verimliliğinin değerlendirilmesi, çevresel ve ekonomik açıdan performansının iyileştirilmesine önemli katkı sunmaktadır. Sürdürülebilir atık su arıtma yönetimi için, saha ölçümlerinin düzenli yapılması ve bu veriler dikkate alınarak kıyaslamalı enerji performans göstergelerinin izlenmesi gerekir. Kentsel drenaj ve atık su sistemlerinin planlanması ve modellerinin oluşturulması, kentsel gelişim planlarının yapılması, sistem yönetim performansının izlenmesine katkı sunmaktadır. Ancak özellikle veri eksikliği ve uygulama maliyetleri gibi kısıtlardan dolayı birçok durumda uygulanmamaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir kentsel atık su ve drenaj sistemi yönetimi için uygun izleme sisteminin ve yönetim modelinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilir kentsel su ve atık su yönetim döngüsü, etkin içme suyu şebeke yönetimi ve işletilmesi, mevcut su kaynaklarının verimli kullanılması, çevre ve insan sağlığının korunması, kullanılmış suların yeniden (verimli) kullanılması açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle bu döngüyü oluşturan su, atık su ve atık su arıtma yönetimi faaliyetleri sistematik ve planlı bir şekilde yapılmalıdır. Sistem performansının iyileştirilmesi için en uygun yönteme karar vermek için idarenin mevcut durumu ve teknik, teknolojik ve ekonomik kapasitesinin yeterli olması gerekmektedir. Bunun için öncelikle idarelerin mevcut durumu ölçülebilir ve uygun ölçütlere göre analiz edilmelidir. Ayrıca, uygulanan yöntemlerin verimliliği ve etkinliği denetlenmeli, değişkenlere ait verilerin kalitesi, ölçüm sıklığı ve doğruluğu sorgulanmalıdır. Tüm bu analiz ve değerlendirmelerim sistematik,

planlı ve doğru bir şekilde yapılması için içme suyu ve atık su yönetim pratiklerini kapsayan bir değerlendirme modeline ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu nedenle bu çalışmada, sürdürülebilir kentsel su ve atık su döngüsünün sağlanması için idarelerde içme suyu, atık su şebeke ve atık su arıtma bileşenlerinin mevcut durumu, veri kalitesi ve mevcut uygulama düzeylerinin analizini sağlayan özgün bir değerlendirme ve süreç yönetim modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model, mevcut durum analiz ve yönetim sistemi, veri matrisi, performans analiz ve izleme sistemi, hedef tanımlama sistemi ve yöntem matrisi olmak üzere 5 matristen oluşmaktadır. Bu modelin temelini mevcut durum değerlendirme sistemi oluşturmaktadır. Modelde tüm matrislerdeki bileşenler bir biri ile ilişkilendirilmiştir. Mevcut durum değerlendirme sistemi, su ve atık su yönetimi uygulamalarını kapsayan 11 ana başlık altında toplam 231 bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenlerin değerlendirilmesi ve analizi için özgün bir puanlandırma sistemi önerilmiştir. Geliştirilen model pilot 3 idarede test edilmiş ve sonuçları tartışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kentsel Su Yönetimi

Kentsel su döngüsünün en önemli aşamasını içme suyu temini, iletilmesi ve dağıtılması oluşturmaktadır. İçme suyu dağıtım sistemlerinde normal işletme koşullarının sağlanması, abonelere güvenli bir şekilde su iletilmesi açısından oldukça önemlidir. Ancak birçok durumda sistemde meydana gelen arızalar, işletme koşullarının bozulmasına, hizmet seviyesinin düşmesine, abone memnuniyetsizliğinin artmasına, işletme maliyetinin artmasına ve bunların sonucunda yönetilemez bir şebekeye dönüşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle sistemin düzenli bir şekilde izlenmesi, arızaya sebep olan faktörlerin etkilerinin azaltılması oldukça önemlidir. Dağıtım sistemlerinde, işletme koşullarının sürekli izlenmesi, hidrolik verilerin düzenli ölçülmesi ve izlenmesi ve işletme verimliliğinin düzenli analiz edilmesi önemli katkı sunmaktadır (Yılmaz vd., 2022). Ayrıca, şebeke ve servis bağlantı arızalarının analizi ve yönetilmesi (Cabral vd., 2019; Arai vd., 2020), gelir getirmeyen su (GGS) bileşenlerinin analizi (Chawira vd., 2022), fiziki kayıpların yönetilmesi (Boztaş vd., 2019), idari kayıpların yönetilmesi (Cordeiro vd., 2022), performans değerlendirme ve izleme (Doghri vd., 2020), ekonomik kayıp seviye analizi (Moslehi vd., 2021; Firat vd., 2021; Yılmaz vd., 2022), faaliyetleri sürdürülebilir kentsel su yönetiminde önemli rol oynamaktadır.

Temiz su kaynaklarının sınırlı olması, atık suların çevreye zarar vermeden artırılması ve bir çok sektörü doğrudan ilgilendirmesinden dolayı, su ve atık su yönetimi odaklanılması gereken en önemli konulardan biridir (Mauchauffee vd., 2012). Dağıtım sistemlerinde su kayıplarının azaltılması ve yönetilmesi amacıyla maliyetleri, karmaşıklığı, verimlilikleri, etkileri ve gereksinimleri farklılık gösteren oldukça fazla yöntem bulunmaktadır. Bu nedenle teknik, sosyo-ekonomik, çevresel, ekonomik ve kurumsal kapasite gibi faktörler göz önüne alınarak en uygun seçenek belirlenmelidir (Zyoud vd., 2016). Kentsel su döngüsünde ön plana çıkan en önemli tartışma, dağıtım sistemlerindeki kayıpların acil olarak azaltılmasıdır (Doria de Santi vd., 2021). Su idareleri su kayıplarını azaltmak için çok fazla çaba sarf ettiği ve bunun sonucunda yüksek maliyetler ortaya çıkmaktadır. Ancak sürdürülebilir su kayıp yönetimi için yöntemler uygulanmadan önce mevcut durum değerlendirilmeli, ekonomik ölçütler dikkate alınarak öncelikli bileşenler tanımlanmalıdır (Moslehi vd., 2021). İklim değişikliği, su azlığı, kentleşme ve nüfus artışına bağlı olarak artan su talebi ve şebekelerdeki kayıplar idarelerde sürdürülebilir su yönetimi stratejilerini geliştirmeyi ve en uygun su kayıp

yönetim planlarının oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır (Choi vd., 2022). Su kayıp önleme yöntemleri genel olarak yüksek yatırım ve işletme maliyetleri oluşturmaktadır. Bu nedenle idarelerin mevcut durumu, teknik kapasitesi, idarelerin kısıtlı bütçeleri göz önüne alınarak en uygun önleme yöntemi belirlenmeli ve sızıntı yönetim planları oluşturulmalıdır (Bozkurt vd., 2022; Yılmaz vd., 2022).

Grigg (2005) tarafından yapılan çalışmada, şebeke yenileme önceliklerini belirleme, durum değerlendirme ve yenileme çalışmalarını gerçekleştirme faaliyetleri için varlık yönetimi ile ilişkisinin değerlendirilmesinin önemi vurgulanmıştır. Çalışmada, mevcut durum analizi ve şebeke iyileştirme öncelikleri için su idarelerine bir çerçeve sunulmuştur. Mevcut durumda su ve kanalizasyon idarelerinin sorumluluk alanlarında yer alan faaliyetler ile ilgili gerek ulusal gerekse de uluslararası birçok performans gösterge sistemi bulunmaktadır. Bu sistemlerin en bilindik olanı Uluslararası Su Birliği (IWA) tarafından geliştirilen ve 6 ana başlık altında (su kaynakları, personel, servis kalitesi, işletme, fiziksel, finansal) toplam 170 adet gösterge ve bu göstergelerin hesaplamasında kullanılan 232 adet veriden oluşan modeldir Alegre vd. (2006). Ayrıca, IBNET (International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities) 12 ana başlık altında 80 adet performans göstergesi, AWWA (American Water Works Association) 4 ana başlık altında 31 adet gösterge, ADB (Asian Development Bank) etki ve çıktı seviyesi olarak bir gösterge önermişlerdir. Bunlara ilaveten OFWAT performans gösterge sisteminde 4 farklı ana başlıkta 14 performans göstergesi bulunmaktadır.

Vieira vd. (2008) kentsel altyapı hizmetlerinin performans değerlendirmesinin dünya çapında önemli bir sorun haline geldiğini ve bu nedenle, son on yılda, yönetim hedeflerinin net bir şekilde tanımlanmasına, hedeflerin izlenmesine duyulan ihtiyaç, hizmetlerin verimliliği, temel amaçları performans göstergeleri sistemlerinin tanımlanması gerektiğini vurgulamıştır. Bu sebeple su idarelerinin mevcut durumunu, imkânlarını, yeteneklerini esas alan, idarenin bir bütün olarak ele alındığı eksik yönlerinin tespit edildiği ve bu eksiklere uygun yöntem ve iyileştirme süreçlerinin önerildiği bir strateji geliştirilmesi gerekmektedir. Mutikanga vd. (2010) gelişmekte olan Ülkelerde su dağıtım sistemlerinin performansının değerlendirilmesinde, literatürde önerilen performans değerlendirme sistemlerinin uygulanabilirliğinin oldukça zor olduğunu belirtmiştir. Çalışma sonunda, gelişmekte olan ülkelerde performans değerlendirme için mevcut göstergeler arasından uygun olanlarının belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Mutikanga vd. (2011) özellikle gelişmekte olan ÷lkelerdeki içme suyu hizmetlerinde, su ve gelir kayıplarının ciddi oranlarda olduğu, sistemin oldukça verimsiz çalıştığı ve artan su talebi su kayıpları ile mücadelede etkili stratejiler gerektiğini vurgulamıştır. Haider vd. (2013) su temini sistemlerinin, en önemli ve pahalı temel kamu altyapılarından biri olduğunu ifade etmiştir. Bir su idaresinin temel amacının, bu değerli varlığın tasarım süresi boyunca minimum maliyetle mümkün olan maksimum verimlilikte çalışmasını sağlamaktır. Bu hedefe ulaşmak için ilk adım, uygun performans göstergeleri kullanarak su temin sistemlerinin tüm bileşenlerinin mevcut verimliliğini değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Walsh vd. (2015) dünyadaki mevcut su kullanımı, ona olan bağımlılığımızda öngör÷len artışla bağlantılı olarak, bir kaynak olarak suyun yönetilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Çalışmada, Avrupa'daki su yönetimi uygulamaları ile birlikte dünya çapındaki su kıtlığı ve maliyeti vurgulanmıştır. Enerji üretiminde suya olan bağımlılık ve enerji tüketimi ile su kaynaklarının etkin kullanılmaması su ile enerji arasındaki bağlantı açıklanmıştır.

Kanakoudis vd. (2015) GGS oranını azaltmak için, su kayıp önleme yöntemlerine yönelim olduğunu ifade etmiştir. Özellikle terfil sistemlerde yüksek kayıp oranları enerji maliyetlerini de artıracığından dolayı kayıpların en aza indirilmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla su idarelerinin gelir getirmeyen suyun azaltmasına yardımcı olacak en uygun maliyetli yöntemleri uygulamalıdır. Styles vd. (2015) su yönetimi için en iyi uygulama, temel performans göstergeleri ve performans kıyaslamalarının hazırlandığı modelde, uygulama sonrası potansiyel su ve enerji tasarruflarını hesaplayarak performans göstergesi kullanmanın faydalarını ortaya koymuştur. Haider vd. (2015) küçük ve orta ölçekli su hizmetleri kuruluşları, daha az ölçekli ekonomileri, kaynak eksikliği ve veri kısıtlamaları nedeniyle performans kıyaslama çalışmalarına katılmadıklarını, bu tür küçük ve orta ölçekli su hizmetleri kuruluşları, performans hedeflerini karşılayıp karşılamadıklarını nicel olarak değerlendirmeden ve bilmeden işlevsel bileşenlerini yönetmekte olduklarını ifade etmiştir. Çalışmada küçük ve orta ölçekli su idareleri için uygun performans göstergelerini belirlenmesi ve bunları sınırlı veriler altında kurumlar arası performans kıyaslamasının yarar sağlayacağı ifade edilmiştir. Haider vd. (2016) göre Kanada'daki su tedarik sistemlerinin yaklaşık %95'i, 50.000'den az nüfusa hizmet veren küçük-orta ölçekli su hizmetleri tarafından işletildiği için, mevcut performans kıyaslama sistemleri uygulanamamaktadır. Bu yüzden çalışmada, su kaynakları ve çevre, personel, fiziksel varlıklar, kalite gibi küçük ve orta ölçekli su tedarik sistemleri için 47 performans göstergesinin (PI) dikkate alınmasını gerektiren bir kurumlar arası performans kıyaslama modeli geliştirilmiştir.

D'Ercole vd. (2016) su dağıtım sistemlerinde, terfi enerji maliyeti, toplam işletme maliyetinin büyük bölümünü oluşturduğunu ve sızıntıların artmasına bağlı olarak maliyetlerin daha da artacağını ifade etmiştir. Zyoud vd. (2016) gelişmekte olan ülkelerin su dağıtım sistemlerinde su kayıplarını azaltma stratejileri çerçevesinde en temel seçeneklerin belirlenmesini amaçlamıştır. Bu kapsamda, izole ölçüm bölgelerinin oluşturulması, basınç yönetimi ve kontrol stratejisinin geliştirilmesinin en temel seçenekler olarak tanımlanmıştır. Ganjidoost (2016) son on yılda, su ve atık su hizmetleri için birçok performans göstergesi geliştirildiği, mevcut performans göstergeleri, kamu hizmetlerinin zaman içinde ve hizmet seti hedeflerine göre performansı izlemesine izin verirken, bir kamu hizmetinin performansının başka bir kamu hizmetine göre karşılaştırılmasına izin vermediğini belirtmiştir. Literatürde mevcut performans gösterge sistemlerinin büyük ölçekli, gelişmiş, finansal bakımdan olanakları fazla, teknik alt yapısı yeterli kuruluşlar için daha uygun olduğu, küçük ve orta ölçekli imkânları kısıtlı kuruluşlar için uygun olmayacağı ifade edilmektedir.

Zangenehmadar (2016) içme suyu şebekelerinde mevcut bütçeye göre gerekli müdahale planlarını optimize etmek için kalan faydalı ömrü tahmin edebilecek bir model geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla, bir boru hattının mevcut durumunu tahmin etmek için istatistiksel model geliştirilmiştir. Araştırmada, idarelerin verimli bütçe tahsisi ve ihtiyaç duyulan müdahale planlarının daha iyi yönetilmesi için yardımcı olacak, boru hatlarının kalan kullanım ömrü ve durumuna göre optimize edilmiş yenileme ve bakım planları için bir program önerilmiştir. Choi vd. (2018) farklı kaynaklardan sağlanan içme suyu temini için birim su üretim maliyetinin karşılaştırılmasını değerlendirmek için yaptığı çalışmada, her bir alternatif için toplam proje maliyeti, işletme ve yönetim maliyet tahmin modelleri oluşturmuştur. Oluşturulan tahmin modelleri sayesinde alternatif su kaynakları arasında en uygun maliyetli seçeneklerin belirlenmesi sağlanmıştır. Molinos-Senante vd. (2018) kentsel su temini ve dağıtımında, içme suyu arıtma tesislerinin önemli miktarlara ulaşan enerji tüketimlerinin göz ardı edildiğini ve genellikle atık su arıtma tesislerinin enerji tüketimine odaklanıldığını belirtmiştir. Çalışmada, enerji verimliliğini etkileyen yapısal ve yönetsel değişkenler araştırılmış, sonuçlarda analiz edilen içme suyu arıtma tesislerinin çoğunun uygun bir boyuta sahip olduğu ancak enerji tasarrufu açısından büyük ölçüde gelişebileceği gösterilmiştir. Ganjidoost vd. (2018) Kanada'da farklı 3 su firmasının bazı hizmet ve fiziksel varlıklarının performans göstergelerini karşılaştırmış, performans gösterge kıyaslamalarının

iyileştirme, en iyi uygulamaları sağlayacak politikalara karar vermede ve sistemin gelecekteki durumunu tahmin etmede faydalı olacağını öngörmüşlerdir.

Gidion vd. (2019) teknik personel ve karar vericilerin kentsel su hizmetlerinin en iyi/en kötü yönetim durumlarına ve performans iyileştirmelerine olanak sağlayacak bir model önermiştir. Çalışmada idarelerin mevcut performanslarının geçmiş yıllardaki performansı ile karşılaştırılması ve gelişmeleri takip edilerek yeni hedefler belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, benzer kuruluşlarda iyi uygulamaların takip edilmesi, kendi performans seviyelerinin diğer kuruluşlarla kıyaslanması önerilmiştir. Aboelnga vd. (2019) kentsel su güvenliğinin sağlanmasının birçok idare için büyük zorluklar içerdiği, su güvenliğini bölgesel düzeyde değerlendirirken, kentsel düzeyde önlemlerin uygulanmasının eksikliğini vurgulamıştır. İçme suyu dağıtım sistemleri, bütçe, insan kaynağı ve işletme bakım faaliyetlerinin zorluğu bakımından genellikle en fazla giderin olduğu bölüm olarak göze çarpmaktadır.

Ananda (2019) içme suyu şebekelerindeki fiziki kayıpları ve bu kayıpların sebeplerini tespit etmeyi amaçlamış ve su kayıplarının temel sebeplerini nüfus artışı ve arızalar şeklinde ifade etmiştir. Yeterli tecrübe ve kaynağa sahip olmayan su idarelerinin işletme ve bakım eksikliğinden dolayı mevcut ve yeni yapılan şebekenin sürdürülebilirliği zarar görebilmektedir. Torkaman vd. (2020) kentsel gelişim ile birlikte su dağıtım sistemlerinin de giderek önem kazandığı ve entegre karar vermenin daha önemli hale geldiğini ifade etmiştir. Şebekelerde model ve sahadaki hidrolik parametrelerin arasındaki farkın, çoğunlukla GGS'den kaynaklandığı ve bu farkın bir ölçülebilir bölge çalışması yapılarak belirlenebileceğini belirtilmiştir. Sala-Garrido vd. (2020) içme suyu arıtma tesisinin enerji verimliliğini değerlendirmek için analizler gerçekleştirmiş ve içme suyu arıtma tesislerinin çoğunun verimsiz olarak işletildiğini ve kullanılan enerjinin azaltılabileceğini vurgulamıştır. Oberascher vd. (2020) su kayıplarının oranlarının performans göstergelerine göre değerlendirildiği, su kayıplarına karşı alınacak önlemlerin sistemin geleceği için önemli olduğunu vurgulamıştır. Mevcut performans gösterge sistemlerinin büyük ve orta ölçekli su idareleri için uygun ancak küçük ölçekli idareler için uygulanmasının zor olduğu ifade edilmiş, nüfusu 200 ila 16000 arasında değişen 40 küçük ölçekte su idaresi incelenmiş, asgari çaba ile uygulanması kolay bir performans gösterge sistemi önerilmiştir.

Şebeke faaliyetleri bir bütün olarak düşünüldüğü zaman belirtilen analiz ve alışmaların yapılması kurumsal olarak iyi bir stratejinin belirlenmesine bağlıdır. (Fırat vd., 2021; Yılmaz vd., 2021). Hu vd. (2021) hızlı kentleşmeden dolayı, içme suyu şebekelerinin

genellikle planlamadan yoksun olarak teşkil edildiğini vurgulamıştır. Bu nedenle içme suyu dağıtım sistemi fiziki olarak sahada uygulanmadan önce çok ciddi bir planlama ve projelendirme safhasının gerçekleşmesi gerekir. Şebeke sahaya tatbik edilirken mühendislik hizmetlerinin yetersiz olması, kontrol eksikliği, yanlış imalat gibi sebeplerle şebeke ömrü daha kısa olmakta ve işletme maliyetini artırmaktadır. Avila vd. (2021) dünya genelinde su dağıtım sistemlerindeki kayıp seviyeleri %10 ile %55 arasında salınım göstermekte, fazladan şebekeye dâhil olan su işletme masrafları ve fazladan onarım ihtiyacı gibi sorunlara sebep olabilmektedir. Zaman vd. (2021) göre su dağıtım şebekelerinin hidrolik performans değerlendirmesi ve kıyaslamasının, genellikle su hizmeti sağlayan kuruluşlar için büyük bir zorluk getirdiğini ifade etmiştir. Şebekeler için kıyaslama stratejilerinin özellikle gelişmemiş ülkelerde sistemleri analiz etmek için tam olarak uygun olmadığı vurgulanmıştır. Bu gibi sorunların üstesinden gelmek için şebekelerde gerçek hidrolik performansları ve beklenen servis verilebilirliklerini karşılaştıran bir kıyaslama stratejisi önerilmektedir.

Shushu vd. (2021) su kaybının azaltılması ve sistem iyileştirme ile ilgili performansın araştırılması için mevcut dağıtım şebekesini analiz etmiştir. Seçilen bir izole ölçüm bölgesinde, gelir getirmeyen suyun önemli bir kısmını (%87) fiziki kayıplar oluşturmaktadır. Bu bölgede düğüm noktalarının yaklaşık %52'sinde önerilenin üzerinde basınç olduğu, bölgede gözlenen sızıntılara ve arızalara yüksek basıncın sebep olduğu ifade edilmiştir. Basınç düşürücü vanalar kullanılarak basıncın optimizasyonu ve şebeke topolojisinin değiştirilmesi, olası kaçakları %46'ya indirdiği çalışma sonunda tespit edilmiştir. Santi vd. (2021) Brezilya'da bir bölgede su kayıp kontrolüne yönelik hangi uygulamaların yürütüldüğüne dair yapılan çalışmada, birçok içme suyu sisteminden toplanan veri ile tesislerin performansları ve uygulanan su kaybı yönetimi sayısı arasında doğrudan bir ilişki olduğunu ifade etmişleridir.

Su idareleri hâlihazırda enerji tüketimlerini azaltmaya yönelik çalışmalar yapıyor olsa da sadece enerji giderleri açısından yapılan değerlendirmeler eksik kalmaktadır. Kurumdaki tüm enerji tüketen ekipman ve ünitelerin enerji optimizasyon çalışmalarının yapılarak verimli çalışmalarının sağlanması enerji performanslarının karşılaştırılması becerisine sahip olması gerekmektedir. Genel olarak su idarelerinde eğitim ve iyi uygulamalar ile beceri geliştirilmesi ve personelin enerji yönetimi konusunda farkındalık kazanması sağlanmalıdır (Wilson vd., 2021). Farouk vd. (2021) gelir getirmeyen suyun, enerji ve sürdürülebilir su yönetiminin önünde bir engel oluşturduğunu ve idarelerde GGS azaltma stratejilerine ilişkin kapsamlı bir bakış açısının eksik olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle, su idareleri gelir

getirmeyen su oranının azaltılması için mutlaka yol haritası belirlemelidir. Carriço vd. (2021) bir su dağıtım sisteminde rehabilitasyon yapılacak bölge ve şebekenin seçimi ve önceliklendirilmesi için çok kriterli bir karar destek metodolojisi sunmaktadır. Çalışmada, şebeke yenileme ve rehabilitasyon çalışmalarından önce kapsamlı bir etüt ile şebekenin mevcut durumunun göz önünde bulundurulması ve fayda/maliyet analizinin yapılması önerilmiştir.

İçme suyu dağıtım sistemlerinde şebeke özelliklerine bağlı olarak su kayıpları yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Su kayıp oranlarının yüksek olmasının nedenleri arasında, fiziki kayıplar önemli bir kısmı temsil eder. Su temini ve iletimi hizmetlerinin verimliliğini ve etkinliğini artırmak için ele alınması gereken en önemli konulardan biri fiziki kayıplardır. Sızıntıların nedenleri zemin, su kalitesi, şebeke yapımında kullanılan teknoloji ve malzemeler, sistemin çalışma basıncı ve yaşı ve izlenen işletme ve bakım uygulamaları ile doğrudan ilgilidir. Sızıntı, borulardan, bağlantı noktalarından, servis bağlantılarından ve depolardan kaynaklanan kayıpları içerir. Fazla miktarda kayıplar genellikle patlayan borulardan veya bir bağlantıda meydana gelen arızalardan kaynaklanırken, daha küçük kayıplar sızıntı yapan bağlantılardan, bağlantı parçalarından, servis borularından ve bağlantılardan kaynaklanır (Bozkurt, 2022). Bozkurt (2022) tarafından yapılan çalışmada, sürdürülebilir su kayıp yönetimi için özgün bir model önerilmiştir. Bu model temel olarak “Mevcut Durum Analiz Matrisi”, “Modül B: Performans Değerlendirme Modülü”, “Veri Matrisi” ve “Modül D: Yöntem Matrisi” olmak üzere 4 ana modülden oluşmaktadır. Modül A'ya göre oluşturulan, “Veri Matrisi” referans alınmakta, sistemin tamamını temsil edecek göstergeler belirlenmektedir. Sonuç olarak, sahada doğru ve sürekli ölçülen, güvenilir verisi olan göstergelerin hesaplanması gerçekleştirilmektedir. Ayrıca yapılan çalışma ile bir su idaresinin zayıf yönleri belirlenerek iyileştirilmesi gereken alanlarla ilgili en uygun yöntemin önerilmesi sağlanmaktadır.

Su kayıpları ile mücadele çok karmaşık ve bir bütün olarak ele alınmalıdır. Mevcut kaçakların tespiti ve onarımı, şebeke iyileştirme programları ve işletme basıncı kontrolü gibi su şebekesi yönetiminin tüm alanlarında koordineli çalışmalar gerektirir. Ancak, su idarelerinin yapılacak bu çalışmalarını tüm yönüyle ele almaması ve önleyici tedbirlere yatırım yapmak için mevcut kaynakların kısıtlı olması özellikle küçük ve orta ölçekli su idareleri için sorun olmaya devam etmektedir (Firat vd., 2023).

Yapılan literatür incelemelerinde, bir su idaresinde sistemin performansının değerlendirilmesinde, sistemi en uygun şekilde temsil edecek performans göstergelerinin

seçilmesi, performans göstergelerinin hesaplanmasında kullanılacak verilerin güvenilir, ölçülebilir olması, idarelerin ve sistemin mevcut durumuna göre göstergelerin tanımlanması, stratejilerin yine idarenin durumuna göre belirlenerek uygun yöntemler ile sistemin performansının izlenmesi gerektiği ifade edilmektedir. Tüm su idarelerin mevcut koşulları farklı olduğu için benzer hedeflerin konulması doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Benzer hedeflerin koyulması mevcut durumu iyi olan idareler için zaman kaybı olacağı, iyi durumda olmayan idareler için de hedeflerin ulaşılamayacak kadar uzak olması anlamına gelmektedir. Bu nedenle her seviyede idarelerin ihtiyaçlarına cevap verebilen gösterge ve verilerle uygun bir performans değerlendirme sisteminin kullanılması gerekmektedir.



2.2. Kentsel Atık Su Yönetimi

Kentsel su döngüsünün ikinci aşaması kullanılmış suların uzaklaştırılmasını sağlayan, çevre ve insan sağlığı için büyük öneme sahip olan atık suların toplanması aşamasıdır. Bu nedenle içme suyu hizmeti verilen bölgelerde ve/veya sanayi tesislerinin olduğu bölgelerde kullanılmış suların toplanması için atık su şebekesi yeterli kapasite ve uygun işletme koşullarına sahip olmalıdır (Szelag vd., 2021; Dada vd., 2021). Bir atık su alt yapısının düzgün bir şekilde planlanması, projelendirme safhasında tüm parametrelerin ele alınması ve projenin sahaya tatbik edilirken mühendislik hizmetlerinin kalitesi, çevrenin ve sağlığın korunması, enerji, kaynak verimliliği ve müşteri memnuniyeti bakımından oldukça önemlidir. Atık su sistemleri kentsel alt yapıda kanalizasyon ve yağmur sularının toplanarak, atık su arıtma tesislerine ve uygun alıcı ortamlara iletilmesinde önemli bir göreve sahiptir. Aynı zamanda sorunsuz olarak çalışarak ekonomik ömürleri boyunca hizmet eden kanalizasyon ve yağmur suyu alt yapıları çevre ve insan sağlığı bakımından oldukça önemlidir. Atık su şebeke hattı, parsel (bina) bağlantıları ve muayene bacaları gibi kritik öneme sahip sistem bileşenlerinin düzenli izlenmesi (Eulogi vd., 2021), atık su master planı ve atık su şebeke hidrolik modelinin oluşturulması (Jang vd., 2018), arızaya sebep olan faktörlerin analizi ve önleme yöntemlerinin geliştirilmesi (Lee vd., 2021) faaliyetleri atık su şebekelerinin sürdürülebilir yönetimine önemli katkı sunmaktadır.

Ashley vd. (2002) su hizmetlerinde sürdürülebilirliğe olan ilgi sebebiyle kurumların ve varlıkların performansı için önlem ve hedeflerin tanımlandığı performans karşılaştırmasını önermiştir. Matos vd. (2002) atık su hizmetleri için performans göstergesi sistemi geliştirmek için çalışmış, sürdürülebilirlik konusunda performans göstergelerinin kullanımının kilit bir rol oynayacağını belirtmiştir. Matos vd. (2003) atık su hizmetlerinin verimli ve etkin bir performansla sunulabilmesi için bir performans değerlendirme sistemi geliştirmeyi amaçlamıştır. Böylece, karar süreçlerinin mevcut en iyi araçlarla desteklenmesi, çevresel, operasyonel, personel, fiziksel, hizmet kalitesi ve ekonomik ve finansal verilere göre ölçülebilir parametrelere göre izlenmesi sağlanmıştır. Gaffield vd. (2003) hızlı kentleşmenin yağmur suyu uzaklaştırma ve beraberinde sağlık sorunlarına da sebep olduğunu belirtmiştir. Kanalizasyon ve yağmur suyu şebekelerinde mühendislik hizmeti olmaksızın kalitesiz malzemeler ile zemin özellikleri trafik yükü gibi faktörlerin dikkate alınmadan inşa edilmesi ya da ekonomik ömrünü tamamlamış şebekeler arızalara sebep olmakta ve işletme maliyetleri artmaktadır.

DeSilva vd. (2005) atık su boru şebekelerinin rehabilitasyonuna öncelik vermek için karar destek araçlarının geliştirilmesini amaçlamıştır. Çalışmada, şebeke arızalarına yol açan etkenlerde boru malzemeleri, çalışma koşulları ve boru ortamı arasındaki etkileşimi analiz ederek, bir şebeke boyunca farklı bölgelerdeki arızalar tahmin edilmiştir. Yapılan model ile şebekedeki boruların durumunun tahmin edilmesi ve en fazla arıza oranına sahip bölgelerde gerekli rehabilitasyon süreçlerini optimize edilmesi sağlanmıştır. Henri vd. (2008) atık su sistemlerinin performansının değerlendirilmesinde çevresel performans göstergelerinin de ölçülmesi ve kullanılmasının önemini vurgulamıştır. Shafqat (2010) belediyelerin atık su hizmetlerindeki rolünü analiz etmiş, hizmet sunulurken, sadece ekonomik ve teknik faktörlerin değil, aynı zamanda sosyolojik durumların da hesaba katılması, farklı kuruluşların deneyimlerinden yararlanılması gerektiğini ifade etmiştir. DeSilva vd. (2011) eskiyen kanalizasyon şebekelerinin zamanla arızalara sebep olduğunu, arızaya sebep olan faktörler arasında ise genellikle ağaç köklerinin yer aldığını ifade etmiştir. Rodriguez vd. (2013) atık su sisteminin işletilmesini ve geliştirilmesini desteklemek, uygun bir izleme ve modelleme çerçevesi geliştirmek için, akış ve su kalite veri tabanı, kirliliği oluşturan etmenler ve şebeke modelini kullanmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda modelde elde edilen sonuçların pilot bölge ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Su ve kanalizasyon idarelerinde tüm yatırım ve işletme çalışmalarının uygun olarak yapıldığının denetlenmesi, yaşanan aksaklıkların belirlenmesi ve giderilmesi, bakım-onarım programlarının oluşturulması ve sürdürülebilir bir yönetim oldukça önemlidir.

Rehan vd. (2014) kurumlarda sürdürülebilir finansal yapı ve kısa ve uzun vadeli yönetim planları geliştirmek için bir model çalışması yapmışlardır. İşletmedeki atık su sistemlerinde hidrolik modeli varlığı, işletme esnasındaki güçlüklerin belirlenmesi, şebekedeki arızaların analizi, mevcut durumun ortaya konulması ve kritik kesit ve noktaların tanımlanması bakımından son derece önemlidir. Hem kanalizasyon hem de yağmur suyu şebekelerinde hidrolik model çalışması yapılması, şebekede coğrafi bilgi sistemlerine entegre bir alt yapı bulunması ve bu verilerin ne kadar güvenilir olduğu ile doğrudan ilişkilidir (Sourabh ve Timbadiya, 2018). Varlık yönetimi stratejisi atık su şebeke işletme maliyetlerinin asgari düzeyde tutulması, şebeke ve elemanlarının sistematik bakımını ve aktif yönetimi gerekli kılar. Bu sebeple şebekenin mevcut durumunun ortaya konulması ve sistematik bakım programının oluşturulması ve izlenmesi oldukça önemlidir (Roghani vd., 2019).

Yasya vd. (2020) Endonezya'da Cimahi şehrinde evsel atık su hizmetlerinin kapsamının %68.17 olmasının, dolayısıyla henüz büyük bir kısmına atık su hizmeti sağlanamamasının ve atık suların dereye deşarj olmasının önemli sağlık sorunlarına neden olduğunu ifade etmiştir. Sadr vd. (2020), kentsel atık su yönetimi ve yönetim stratejilerinin uygulanabilirliğini araştırmak, performans hedeflerini belirlemek için farklı yaklaşımlar üzerinde durmuşlardır. Söz konusu çalışmaların gerçekleşmesi için ölçülebilir, uygulanabilir bir değerlendirme ve izleme modelinin varlığı gereklidir. En önemlisi bu modelin farklı büyüklükteki tüm idarelerin ihtiyacını karşılayabilir nitelikte olmalıdır. Kanalizasyon ve yağmur suyu şebekelerinde arıza yönetim sistemlerinin bulunması ve risklerin tanımlanması, malzeme özellikleri, işletme ve çevresel koşullara göre konumsal analizlerin yapılması, verilerin düzenli tutulması ve CBS alt yapısının durumu işletme için birçok kolaylık sağladığını ifade edilmiştir (Ghavami vd., 2020; Abebe ve Tesfamariam, 2020). Henriques vd. (2020) su sektörü ile ilgili yapılan performans değerlendirme çalışmalarında, çıkan sonuçların, iyi uygulamaları yaymak, sürekli iyileştirmeyi motive etmek ve kamu hizmetlerinin yönetiminde iyileştirmeleri teşvik etmek için kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Sotelo vd. (2021) atık su yönetiminde, atık su toplama sistemlerinin çoğu zaman göz ardı edildiğini, hatların sürekli gözden geçirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Alt yapı yatırımları oldukça maliyetli ve zaman alıcı faaliyetlerdir. Bu nedenle yapılan yatırımların uzun yıllar boyunca en az işletme maliyeti ile hizmet etmesi beklenir. İşletme faaliyetleri esnasında ise arızaya sebep olan faktörlerin iyi analiz edilmesi, arıza yönetim sisteminin varlığı işletme maliyetlerini ve arıza oranlarını önemli ölçüde azaltabilir. İşletmedeki atık su sistemlerinin ekonomik ömürleri boyunca hizmet vermelerini sağlamak ve yatırım maliyetlerini en aza indirmek için şebekenin işletmeye alınana kadarki süreçlerin de uygun olarak gerçekleştirildiğini varsayarak bir varlık yönetim stratejisi geliştirilmesi doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu stratejiye göre sistemin bakım-onarım gibi programları oluşturulursa alt yapı ömrü uzatılmış olacaktır (Noshahri vd., 2021). Atık su şebekelerinde işletme ve yatırım maliyetlerinin asgari düzeyde olması, işletme kolaylığı ve verimliği açısından sistemin iyi bilinmesi, şebeke verilerinin izlenmesi, hidrolik hesapların yapılması ve tahkiki oldukça önemlidir. Sürdürülebilir bir kentsel alt yapı yönetiminde içme suyu kanalizasyon ve yağmur suyu alt yapılarının verileri her zaman güncel tutulmalı, mevcut durum sürekli izlenmeli ve sorgulanmalıdır (Fugledalen vd., 2021). Najar vd. (2021) idarelerin faaliyet alanları ile ilgili sürdürülebilir bir yönetim anlayışının benimsenmesinin ve performanslarının iyileştirilmesinin kıyaslama ile mümkün olacağını belirtmiştir. Kurumlar

performans izleme ve kıyaslama ile hem kendi geçmiş performanslarını hem de benzer kuruluşlarla olan kıyaslamalar ve bilgi alışverişi sonucunda mevcut durumlarını izleyebilmekte ve gerekli iyileştirmeleri yapabilmektedir. Atık su şebekelerinde çevresel etkiler, zemin hareketleri ve diğer alt yapı kuruluşlarının faaliyetleri, sistemde yapısal ve hidrolik olarak olumsuz sonuçlara neden olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, atık su şebekelerinin bakım, onarım ve yenileme gibi faaliyetler için bir strateji tanımlayıp, yatırım konusunda önceliklendirme yapılmasının kaynakların etkin ve verimli kullanılması konusunda oldukça önemli olduğunu vurgulanmıştır (Vanegas et al., 2022).

Yapılan çalışma ve literatür özetlerinden de anlaşıldığı üzere performans sistemleri, kanalizasyon ve yağmur suyu yönetiminde idarelerin mevcut durumlarını değerlendirmek, ilgili bileşenlerin ölçülmesi, izlenmesi, işletme koşullarının belirlenmesi ve zayıf olan bileşenlerin iyileştirilmesi konusunda son derece önemlidir. Ancak mevcut performans değerlendirme sistemlerinin tüm idarelere uygulanmasının çok zor olması sebebiyle kademeli olarak bir performans sisteminin kullanılması, mevcut durumu sorgulayan ve bu duruma göre kademeli olarak yöntem öneren bir sistemin ülkemiz şartlarında su idarelerine faydalı olacağı düşünülmektedir.

2.3. Atık Su Arıtma Yönetimi

Kentsel su döngüsünde atık su toplama sistemleri toplanan suların çevreye zarar vermeden arıtılması ve alıcı ortama verilmesi oldukça kritik öneme sahiptir. Ancak atık suların etkin ve verimli bir şekilde arıtılması, işletme verimliliğinin sağlanması ve enerji giderlerinin azaltılması tesis işletmesinde çözülmesi gereken önemli sorunlardır. Enerji giderleri bir su idaresinde içme suyu ve atık su arıtma gibi faaliyetlerde en fazla maliyet içeren bileşenlerdir. Modern bir atık su arıtma tesisi (AAT) yönetiminin en önemli görevlerinden biri, arıtmanın tüm süreçlerinde enerji tüketimini takip etmektir. Enerji verimliliği kavramı, enerji maliyetleri ve enerjide dışa bağımlılık göz önüne alındığında, son yıllarda önem kazanmıştır. Kullanılmış suların arıtılması, insan ve çevre sağlığı, çevre yönetimi, su kaynağı verimliliği ve enerji yönetimi açısından oldukça önemlidir. Kentsel su ve atık su döngüsünde atık su arıtma tesisleri enerji tüketiminde oldukça yüksek paya sahiptir (Zhang vd., 2020). Bu nedenle atık su arıtma tesislerinin düzenli ve doğru işletilmesi, arıtılan suların kalitesi, enerji tüketiminin en aza indirilmesi ve işletme verimliliğinin sağlanmasına katkı sunmaktadır (Roldan vd., 2020). Atık su arıtma tesislerinde, enerji tüketimlerinin izlenmesi ve yenilenebilir enerji üretimi (Campana vd., 2021), arıtma çamurlarının yönetilmesi ve enerji üretimi (Flores-Alsina vd., 2021), arıtılan suların geri kullanımı (Hristow vd., 2021) tesisin verimli bir şekilde yönetilmesi açısından oldukça önemlidir.

Korf vd. (1996) atık su arıtma yönetimiyle ilgili sorunlara karşı uzun vadeli bir strateji geliştirme, planlama yapılması ve atık su yönetim stratejisinin uygulanması için en uygun yönetim modeli üzerinde durmuştur. Tüm bu işlemler idareler için ek bir maliyet, fazlaca yer ihtiyacı ve çevresel sorun anlamına gelmektedir. Hâlihazırda birçok ülkede atık suların alternatif olarak farklı sektörlerde yeniden kullanımı yaygınlaşmıştır. Ancak su idarelerinin su kaynaklarında azalma, kuraklık, nüfus artışı gibi parametreleri göz önüne alarak bir strateji belirleyip yeniden kullanılabilir atık su potansiyelini belirlemesi gerekmektedir. Karrman (2001) çalışmada sürdürülebilir kalkınma için sürdürülebilir atık su yönetimi gerekliliği üzerinde durmuş, bu kapsamda atık su arıtma tesisi için uygun olmayan atık suların ayrıştırılması, geri dönüşüm ve yeniden kullanım politikasının geliştirilmesi, atık suların kirlenmesinin önlenmesi (endüstriyel sular vs.) gibi hususlara dikkat çekmiştir. Atık suların yeniden kullanılabilmesi için tesise gelen evsel atıkların yanında, tesis için uygun olmayan ya da arıtılamayacak endüstriyel atıkların olmaması ve idarenin rutin denetimlerini yapması gerekmektedir.

Wu vd. (2002) 1 mW ölçekli biokütle enerji üretimi tesislerinden elde edilen veriler analiz edildi; tesislerin birim sermaye maliyetinin kömür santralının sadece %60-70'i kadar olduğu ve işletme maliyetinin diğer santrallere göre çok daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak 160 kW'dan daha küçük tesislerin ekonomik olmayacağı, 1000-5000 kW arasında değişen kapasitede orta ölçekli tesislerin geliştirilmesi tavsiye edilmektedir. Pasch vd. (2005) Ürdün'de su kaynakları üzerindeki baskı, tarımsal faaliyetlerde temiz içme suyu kaynaklarının ciddi bir oranda kullanımı, sanayileşme gibi etkenlerden dolayı atık suların yeniden kullanımının oldukça önemli hale geldiğini ifade etmiş ve ülkede yürütülen çalışma ile su kaynakları planlaması ve yeniden kullanım konusunda bir strateji belirlemeyi amaçlamıştır. Palme vd. (2005) çamur işleme sistemlerinin sürdürülebilir gelişimi, ekonomik, çevresel, teknik ve sosyal yönlerini yansıtacak şekilde değerlendirmiştir. Lahnsteine vd. (2007)'ne göre Namibya'daki Windhoek şehrinde, atık su ıslahı ve doğrudan içilebilir yeniden kullanımı da dâhil olmak üzere atık su yönetimi politikaları ile sınırlı içilebilir su kaynaklarının genişletilmesi ve bunun sonucunda şiddetli kuraklık zamanlarında bile su kıtlığının üstesinden geldiği ifade edilmektedir.

Qadir vd. (2010) Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki arıtma oranının diğer gelişmekte olan ülkelere göre oldukça yüksek olduğunu ifade etmiştir. Bunun sebebinin temiz su kaynaklarının kıt olması ve atık suyun bir su kaynağı olarak görülmesi olduğu, ancak yeniden kullanımın yaygın olarak kullanılmadığı belirtilmektedir. Bununla birlikte bölgede birçok ülkede yeniden kullanım için stratejik planlama çalışmaları yürütüldüğü ve temiz su kaynaklarındaki sıkıntı ile beraber demografik gelişmelerin atık su yönetimine önem verilmeye başladığını ve atık suyun yeniden kullanımında ciddi bir potansiyel bulunduğu ifade edilmektedir. Wendland ve Albold (2010) sürdürülebilir ve uygun maliyetli atık su sistemleri tesisi yapımında, atık su arıtma tesisi tip seçiminde rehberlik etmek için kılavuz hazırlamışlardır. Bir atık su arıtma tesisinin verimli bir şekilde çalışması için en başta planlama, uygun proje seçimi, boyutlandırma, nüfus, debi vb. tüm parametrelerin dikkate alındığı bir süreç gereklidir. Quadros vd. (2010) performans değerlendirme sisteminin, atık su arıtma tesislerinin uygun maliyetli ve sürdürülebilir bir şekilde yönetimini sağlamak için önemli bir araç olduğunu vurgulamıştır.

Vouk vd. (2011) en uygun atık su arıtma sistemlerinin seçimi sırasında, genellikle çok sayıda çözüm üretilmesine rağmen en fazla ekonomik kriterlere önem verildiğini vurgulamıştır. Bu süreçlerin ne kadar doğru bir yaklaşımla belirlendiği ileride tüm işletme ve maliyetleri doğrudan etkileyecek unsurlardır. Gereğinden fazla büyük tasarlanan bir atık su arıtma tesisi ilk yatırım maliyetlerinin artmasına, işletme zorluklarına, fazla enerji ve

bakım giderlerine sebep olabilir. Atık su arıtma tesislerinin performansının analiz edilmesi için çeşitli işletme göstergeleri önerilmiştir. Bu göstergelerin düzenli olarak hesaplanması için verilerin sahada düzenli ölçülmesi, veri kalitesinin sorgulanması ve doğruluğunun kontrol edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Balmer ve Hellstrom, 2012). Balmer vd. (2012) finansal, enerji, kimyasallar, işletme özellikleri ve insan gücü kapsamında bir dizi performans göstergesi belirlenmiştir.

Wang vd. (2013)'e göre atık su arıtma uygulamaları, arıtma sağlamak için yetersizdir. Bu sorunun üstesinden gelmek için; yenilikçi teknolojiler, işletme ve bakımın çalışmalarının iyileştirilmesi, enerji verimliliği, yönetimin farkındalığı dâhil olmak üzere bir dizi önlem ve çalışma yapılmasına gerek olduğu ifade edilmektedir. Bu nedenle uygun olmayan alt yapı, bileşik sistem atık su hatları, temiz su girişi olan kanalizasyon hatları, kimyasal atıklar vb. uygun olmayan bileşenler atık su arıtma tesislerinin arıtma süreçlerinde daha fazla enerji tüketmesine neden olabilmektedir. Molinos-Senante vd. (2013) kıyaslama çalışmalarının, arıtma tesislerin performansını değerlendirmek ve en iyi uygulamaları belirlemeye yardımcı olmada fayda sağladığını belirtmiş, Malik vd. (2015) atık su arıtma tesislerinin performansının analiz edilmesi için 183 ülkeye ait atık su arıtma istatistiklerini derlemiş ve performans göstergeleri tanımlamıştır.

Atık su arıtma tesislerinde işletme maliyetinin en büyük bileşeni enerji maliyetleri olduğu için enerji verimliliğinin sağlanması ve enerji yönetim sisteminin geliştirilmesi, enerji performans değerlendirme sisteminin oluşturulması oldukça kritiktir. Bunun için verileri düzenli ölçülen, uygun ve uygulanabilir performans göstergelerinin belirlenmesi ve sistematik analiz edilmesi gerekir (Silva ve Rosa, 2015). Teixeira vd. (2015) çalışmalarında belediyeler için su temini ve atık su toplama sistemlerinde enerji verimliliği yönetimi, enerjinin nasıl tüketildiği ve bu enerjinin ne kadar verimli harcandığının değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Silva vd. (2015) enerji maliyetlerinin atık su arıtma tesislerinde işletme maliyetlerinde en büyük 2. bölümü temsil ettiğini ve bu yüzden enerji verimliliğini artırmak için performans göstergelerini kullanmanın çok önemli olduğunu belirtmiştir. Ayrıca atık suların yeniden kullanımı için ilave arıtma çalışmaları yapılacağından çevresel etkileri azaltılabilecektir. Ines Ruiz-Rosa vd. (2015) atık su arıtma tesislerinde arıtılan suyun yeniden kullanılmasının su arzında önemli bir artış meydana getireceği vurgulamıştır.

Lyu vd. (2016) atık suların yeniden kullanılması çevresel, ekonomik olarak birçok fayda sağladığını belirtmiştir. ElZein vd. (2016) su kıtlığı ve atık su yönetiminin ekosistem ve çevreyi zorlayan iki büyük zorluk olduğu ve kurak bölgelerde atık suyun yeniden kullanımının ekonomik olması kaydıyla teşvik edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Silva vd.

(2016) çamur yönetiminin oldukça karmaşık yapıda olduğunu ve bunların bertaraf edilmesi ile çamur işleme ünitelerindeki enerji ve polielektrolit tüketiminin önemli bir maliyete sahip olduğunu ifade etmiştir. Geleneksel atık su arıtma tesislerinde işletme maliyetinin yaklaşık % 25 -40 gibi oranını enerji tüketimleri oluşturmaktadır. Bununla birlikte sistemin doğru ve dikkatli tasarımı ve yönetim planının oluşturulması ile maliyetlerin azaltılması mümkün olmaktadır. Bunu sağlamak için, sistemde işletme bileşenlerinin izlenmesi, enerji verimliliği optimizasyonunun sağlanması, sistem işletme verimliliğinin performans göstergelerine göre analiz edilmesi gerekir (Panepinto et al., 2016). Gu vd. (2017) artan enerji maliyetleri ve küresel iklim değişikliği ile ilgili endişeler ve AAT'lerde enerjide kendi kendine yeterliliği gerçekleştirmenin zorunlu olduğunu vurgulamıştır. Atık su arıtma tesislerinde, arıtma sürecinde farklı birçok üniteye kayda değer miktarda elektrik enerji tüketimi söz konusudur. Enerji maliyetleri ve arıtılan suyun mevzuat hükümlerine göre alıcı ortama alıcı ortama deşarj edilmesi yükümlülüğü de maliyetleri artırmaktadır. Arıtma tesislerinde enerji verimliliği genel olarak, enerji tüketiminin azaltılması ve enerji üretiminin artırılması olarak ele alınır. Enerji optimizasyonu, her bir atık su arıtma tesisi için ayrı olarak değerlendirilmelidir. Ayrıca tesis girişi ve çıkışı arasındaki tüm süreçlerde enerji tüketim değerlerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Atık su arıtma tesislerinin işletme verimliliğinin analiz edilmesi, diğer sistemlerle kıyaslanması ve izlenmesinde en iyi yol kıyaslamalı performans değerlendirme yaklaşımının kullanılmasıdır. İşletme parametrelerinin ve diğer faktörlerin sistem verimliliği (enerji, arıtma kalitesi, ekonomik) olumlu veya olumsuz etkilerinin analiz edilmesine imkân tanımaktadır. Ayrıca benchmarking ile elde edilen sonuçlar gelecek planlama, tesis kapasite analizi ve sürdürülebilir işleme planı oluşturma gibi planların yapılmasına yardımcı olmaktadır (Hernandez-Chover vd., 2018).

Vaccari vd. (2018) atık su arıtma tesislerinde enerji tüketimi hakkında yaklaşık 9 milyon kişiye hizmet veren 241 tesiste bir anket çalışması yaptı. Enerji verimliliği ile tesisin kapasitesi, atık sudaki KOİ konsantrasyonu, ayrık sistem kanalizasyon, %80 üzerinde kapasite kullanımı ve yüksek organik yükler ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Hernandez-Chover vd. (2018) farklı büyüklükteki belediye ve su idarelerinin atık su arıtma tesisi tasarım ve işletme süreçlerinin işletme maliyetleri üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir. Atık su arıtma tesislerinde, enerji verimliliğinin ölçülmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, atık suların enerji üretimi gibi stratejiler uygulanarak enerji tüketiminin çevresel etkileri azaltılabilir. Ayrıca, programlı bakım politikası, gerçek zamanlı izleme sistemlerinin kurulması gibi ölçümler veya uygulamalar ile enerji tüketimleri ve işletme maliyetleri azaltılabilir (Fraia vd., 2018). Salgot vd. (2018) su kıtlığı ile başa

çıkmanın ana olasılıklarından birinin atık suların geri kazanılması ve yeniden kullanılması olduğunu ifade etmiştir. Omole vd. (2019) atık suyun yeniden kullanılmasının faydalarını değerlendirmek için fayda-maliyet analizi yapmıştır. Sonuç olarak ilk yatırımların amorti edilebileceğini ve atık suyun yeniden kullanımı ile kar elde edebileceğini ve önemli çevresel, sosyal faydalarının olduğunu göstermiştir. Literatür özetlerinde de bahsedildiği gibi, içme suyu kaynaklarının azalması, kuraklık, artan nüfus, temiz suya ulaşmadaki zorluklar, sulama suyu sıkıntıları, tarımsal faaliyetler gibi nedenlerle su talepleri artmaktadır. Bunun yanında su arzı tam tersi olarak azalmaktadır. Bu nedenle atık su arıtma tesislerindeki çıkış sularının idareler tarafından değerlendirilmesi ve alternatif su kaynağı olarak kullanılmasının birçok açıdan doğru olacağı görülmektedir. He vd. (2019) atık su arıtma tesislerinde enerji kullanımını etkileyen temel faktörleri belirlemek için, kapsamlı bir araştırma yapmıştır. Birim enerji tüketimleri ile ilgili karşılaştırmalar yapılarak, tasarım parametrelerinin enerji tüketiminde en önemli etken olduğu belirlenmiştir.

Di Cicco vd. (2019)'a göre atık su arıtma sektöründeki enerji tüketimi, su sektöründeki toplam tüketimin %25'ine karşılık gelmektedir. Bu tüketimin önümüzdeki yıllarda artması beklendiği için enerji optimizasyon stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Hai vd. (2019) çalışmada, bir atık su arıtma tesisinin enerji taleplerini karşılamak için, rüzgâr türbini ile yapılan sistemin %86 oranında talebi karşılayabileceği tahmin etmiştir. Bir atık su arıtma tesisinin en temel görevi gelen atık suları uygun bir şekilde arıtarak alıcı ortama deşarj edilmesini sağlamaktır. Bu nedenle yapılacak optimizasyon çalışmalarının tesisin verimliliğini etkilememesi gerekir. Tesislerde bir çok ünite yer aldığı ve enerji tüketimi birçok faktöre bağlı olduğundan optimizasyon için birçok seçenek bulunabilir. Arıtma sürecinde enerji üretilerek dışardan alınan enerji tüketiminin azaltılması gerek biyogaz enerjisi gerekse de diğer yöntemler ile enerji üretimi mümkündür. Su idareleri ve karar vericiler çeşitli performans göstergelerini kullanarak arıtma tesis performansını izlemektedir. Bireysel olarak hesaplanan göstergelerin kullanılmasında bazı problemler söz konusu olabilmektedir. Bu göstergelerin sayısı arttıkça hesaplanması için gereken verilerin toplanması güçleşmektedir (Henriques vd., 2020).

Fuentes vd. (2020)'a göre atık su arıtma tesislerinin verimliliğinin değerlendirilmesi, performanslarını ekonomik ve çevresel bir bakış açısıyla iyileştirmek için oldukça önemlidir. Yvonne vd. (2020) herhangi bir SCADA sistemine entegre olmayan ve izlenemeyen atık su arıtma tesislerinde uzun süreli performans düşüşleri gözleneceğini ifade etmiştir. Atık su arıtma tesislerinin verimliliğinin değerlendirilmesi, çevresel ve ekonomik açıdan performansının iyileştirilmesine önemli katkı sunmaktadır (Feuntes vd., 2020). Sheng

vd. (2020) arıtma tesisleri performansının, birleşik yağmur suyu ve atık su toplama işleminden ve boru hattı hasarından etkilendiğini belirtmiştir. Atık su arıtma tesislerinin verimli çalışması, sağlıklı bir şekilde döşenen atık su şebekelerine bağlıdır. Zan vd. (2020) çalışmalarında atık su arıtma tesislerine gelen atıkların arıtma süreçlerine ve maliyetlerine olan etkilerini değerlendirmiştir. Enerji tüketimindeki ve işletme maliyetindeki artışların, büyük ölçüde arıtma süreçlerine ve gelen atığın özelliğine bağlı olduğu ifade edilmiştir. Sabia vd. (2020) kıyaslama analizi ile tesisin enerji verimliliği performansını iyileştirmek için uygun önlemler alındığında, elde edilebilecek potansiyel enerji kazanımlarının kaba bir tahmini yapılmış, seçilen 3 pilot bölge için enerji tasarrufu oranlarının %60'ın üzerinde sonuçlandığı görülmüştür. Sonuç olarak bir atık su arıtma tesisinde optimizasyon ile enerji tüketim değerlerinin azaltılması için bazı çalışmaların yapılması çok önemlidir. Bunlar; uygun donanım seçimi, proseslerde tüketimlerin azaltılması, tesisteki çamurların elektrik enerjisi için kullanılması, yenilenebilir enerji alternatiflerinin değerlendirilmesi, ekipmanların bakım işlemlerinin rutin olarak yapılması ve SCADA gibi sistemlerin aktif olarak kullanılması gereklidir.

Atık su arıtma tesislerinde diğer önemli bir sorun arıtma çamurlarıdır. Arıtma çamuru, kanalizasyon şebekesi ve kolektörler vasıtasıyla tesise gelen atık suyun arıtılması sonucu ortaya çıkan malzemedir. Ortaya çıkan bu çamur farklı fiziksel ve biyolojik işlemler ile çevre ve insan sağlığına zararsız hale getirilmelidir. Arıtma sonucu kalan çamurun oranı fiziksel ve kimyasal özelliği kanalizasyon şebekelerine giren atık suyun özelliği ile farklılık göstermektedir. Tüm bunların yanında atık su arıtma yöntemi ve çamurun bertaraf edilmesi için uygulanan yöntemler oldukça önemlidir. Atık su arıtma tesislerindeki çamurlar, atık suyun arıtılması esnasında uygulanan arıtma yöntemi ve atık su şebekesinin bulunduğu yerlerin kanalizasyon atığı özelliklerine göre değişir. Evsel atık suların arıtılması sonucu geriye kalan çamurlar çeşitli işlemlerden geçmek zorundadır. Böylece arıtma sonucu ortaya çıkan çamurun tekrar bir takım işlemlere tabi tutularak zararsız hale getirilmesi sonucu oluşan nihai çamur, gübre veya biyogaz üretimi için kullanılabilir.

Atık su arıtma tesislerinde yürütülen arıtma süreçleri sonucunda son malzeme olarak oldukça fazla oranda çamur meydana gelir. İdareler bu süreçler ile başa çıkmak zorundadır ve arıtmanın tüm süreçlerine hâkim olmalıdır. Oluşan arıtma çamurları genel olarak susuzlaştırma işlemine tabi tutularak hacmi azaltılır, depo sahasına taşınabilir. Bu gibi işlemlerden sonra enerji üretimi maksadı kalan malzeme çeşitli süreçlerden geçirilerek ve başka metotlarla enerji üretimi gerçekleştirilebilir. Colacicco vd. (2020) tarafından AAT'lerde havalandırmanın enerji tüketimini azaltmak maksadıyla güneş paneli tasarlamak

için yeni bir yöntem önerilmiştir. Zarei (2020) atık su kaynaklarından enerji geri kazanımına ve farklı enerji geri kazanım teknolojilerini değerlendirmiştir. Literatürde de görüldüğü üzere enerji maliyetlerini karşılamamanın farklı yolları bulunduğu ve enerji talebinin bu gibi yöntemlerle büyük oranda karşılanabileceği düşünülmektedir. Smol vd. (2020) suyun, insanlar için en temel gereksinim olduğu ve sürdürülebilir kalkınmada önemli bir rol oynadığını ifade etmiş ve bu nedenle suyun yeniden kullanımı ve geri kazanımı ile ilgili eylemlerin gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Su idarelerinin su kayıpları ile mücadele kapsamında yaptığı birçok çalışmayı, atık suların yeniden kullanımı konusunda da yapması kaynakların verimli kullanılması noktasında çok önemlidir. Flores-Alsina vd. (2020) çamur yönetim stratejilerinin net etkilerini değerlendirmek amacıyla atık su arıtma tesisi için modelleme yapısı geliştirmiştir. Çalışmada, biyolojik olarak daha fazla atık su arıtmak, daha yüksek çamur yükleri ile başa çıkmak amaçlanmıştır. Ayrıca susuzlaştırma işlemlerini geliştirerek daha küçük çamur hacimleri elde etmek ve su idareleri için bir karar verme mekanizması oluşturulmuştur.

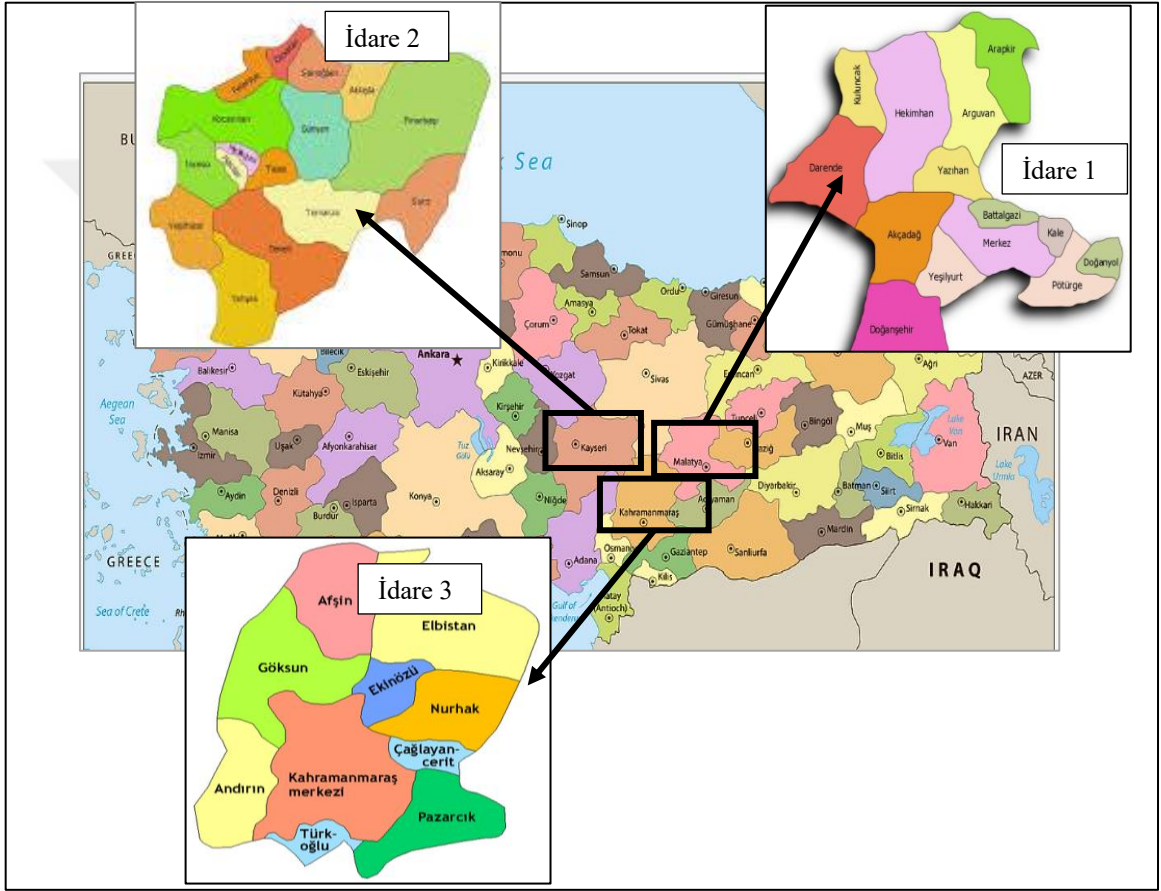
Benimsenen birçok görüşe göre oluşan çamurun bertaraf edilmesinde zirai olarak kullanımı, faydalı görülmektedir. Arıtma tesislerinden elde edilen çamurun susuzlaştırma adımı en fazla maliyet gerektiren ve en temel işlemler olarak görülmekte, nihai olarak oldukça kuru bir çamur elde etmek son derece önemlidir. Tesislerden ortaya çıkan arıtma çamurunun kurutulması, yakılması ve elektrik üretilmesi şeklinde mevzuat ve çevre direktiflerine uygun olarak bertaraf edilmesinin yaygınlaşması gerekmektedir. Atık su arıtma tesislerinin günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanması ile ortaya çıkan büyük miktarda çamur ekonomik olarak bir kazanım haline gelebilir. Diğer taraftan artan enerji maliyetleri ile özellikle su idareleri; su temini, iletimi ve arıtma konularında kendi kendine yetebilen hatta fazla üretilen enerjiyi ihraç etme gibi stratejiler geliştirmişlerdir. Su idareleri abonelerine temiz içme ve kullanma suyu sağladığı gibi oluşan atık suların atık su arıtma tesislerine iletilmesi ve arıtılması faaliyetlerinde oldukça yüksek maliyetli enerji giderleri bulunmaktadır. Özellikle atık su arıtma tesislerinin atık su ağlarının genişlemesi ve çevresel zorunlulukla da yaygınlaşması sonucu enerji maliyetleri katlanarak artmıştır. Enerjide dışa bağımlılık ve enerji maliyetleri su idarelerini farklı arayışlara yöneltmiştir. Atık su arıtma süreçlerinde su ve enerji ilişkisi son yıllarda odaklanılan en önemli konulardan biri haline gelmiştir. Özellikle son yıllarda enerji maliyetlerindeki artışlar atık su arıtma tesislerinde enerji verimliliğinin sağlanması, işletme koşullarının iyileştirilmesi ile enerji tüketimlerinin azaltılması ve yenilenebilir enerji üretimi gibi konuları daha da önemli kılmaktadır (Campana et al., 2021). Bir su idaresinde enerji maliyetlerinin çoğunluğunu atık su arıtma

tesislerinin faaliyetleri sırasında tüketilen elektrik enerjileri oluşturur. Bu nedenle mevcut ekipmanların optimize edilerek en verimli şekilde çalışmasının yanında yenilenebilir ve alternatif elektrik üretim potansiyellerini de değerlendirmesi gereklidir. Campana vd. (2021) atık su arıtma süreçlerinde çevre ve enerji maliyetleri yönüyle yüksek yenilenebilir paya sahip atık su arıtma tesisleri tasarlamının gerekliliğini ifade etmişlerdir. Zolfaghary vd. (2021)'ya göre, son yıllarda yaşanan kuraklık, aşırı su talebi ve sınırlı su kaynakları, tarımda kentsel atık su gibi geleneksel olmayan suların kullanımını zorunlu kılmıştır. Bunun için su kaynaklarının kullanımının, su, toprak, insan ve çevre üzerindeki etkilerinin dikkate alınması gerekmektedir.

Atık suların arıtılması, çevre ve insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Atık su arıtma tesisleri, kentsel su döngüsü ve yönetimi için de önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle sürdürülebilir bir kentsel su ve atık su yönetimi için, atık su şebekesi ile toplanan atık suların düzenli ve sürdürülebilir bir şekilde arıtılması gerekir. Ancak özellikle enerji tüketimleri ve çevresel etkiler göz önüne alındığında atık su arıtma tesisleri için en uygun işletme planları oluşturulması ve sistem performansının düzenli izlenmesi gerekir (Di Fraia vd., 2018; Yang ve Chen, 2021). Yapılan çalışma idarelerin atık su arıtma konusunda mevcut durumlarını, elde edilen verilerin güvenilirliğini, işletme faaliyetlerini ve enerji maliyetlerini sürekli izleyerek eksik ve zayıf yönlerini belirlemelerine önemli bir katkı sunacaktır. Bu sayede tesisin işletilmesi ve yönetilmesi noktasında bileşenler belirlenerek bir yönetim stratejisi geliştirilebilir.

3. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma kapsamında 3 adet su idaresi geliştirilen modelin uygulanması amacıyla seçilmiştir (Şekil 3.1). Bu kapsamda Malatya Su ve Kanalizasyon İdaresi (MASKİ) Genel Müdürlüğü (İdare 1), ve Kayseri Su ve Kanalizasyon İdaresi (KASKİ) Genel Müdürlüğü (İdare 2) ve Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi (Kahramanmaraş KASKİ) Genel Müdürlüğü (İdare 3) faaliyet alanları ile ilgili veriler elde edilmiş mevcut durum analizi yapılmıştır.



Şekil 3.1 Çalışma kapsamında seçilen pilot Su ve Kanalizasyon İdareleri

Malatya Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü 12 312 km² bir alanda hizmet vermektedir. Sorumlu olunan il sınırları içerisinde 13 tane ilçe mevcuttur. Kentte Yeşilyurt ve Battalgazi olmak üzere 2 merkez ilçe bulunmaktadır. Diğer 11 ilçe nüfusları merkez ilçelerin yanında oldukça az olduğu için kurumun esas faaliyetleri bu 2 ilçede yoğunlaşmıştır. Diğer ilçelerde bulunan ilçe şeflikleri ile işletme faaliyetleri yürütülmektedir. ve 2022 TÜİK verilerine göre ilin toplam nüfusu 812 580 kişidir. İdarenin sorumluluk alanına ilişkin harita aşağıda verilmiştir. MASKİ Genel Müdürlüğü Türkiye'nin

doğusunda yer almaktadır. Genel Müdürlük binası Yeşilyurt İlçesinde yer almakla beraber il merkezinde ve ilçelerde farklı hizmet binaları ile hizmet etmektedir. İdarenin merkez ilçelerinin atık sularının deşarj olduğu atık su arıtma tesisi Battalgazi ilçesinde yer almaktadır. 2003 yılından beri işletilen ileri biyoloji arıtma tesisinin günlük arıtma kapasitesi 135 000 m³ /gün 'dür. Atık su arıtma tesisinde yer alan laboratuvarında günlük ve haftalık olarak çeşitli parametreleri rutin olarak ölçülmektedir. İl merkezinin içme suyunu karşılayan ana kaynak Yeşilyurt ilçesine bağlı Gündüzbey Mahallesinde yer alan kaptajdan elde edilmektedir. Kaptaj şehir merkezine 19 km ve 1208 m rakımda yer almaktadır. Kaptajın debisi 2000-2900 l/s arasında mevsimsel olarak değişmektedir. Kurumda 2019 yılında 28 parametre için akredite olan laboratuvar mevcuttur. (Maski 2023, Performans Programı)

Kayseri İlinde içme suyu temini ve atık sulardan sorumlu idare 2023 yılı itibariyle 17.193 km² alanda 1.421.455 kişiye hizmet sağlamaktadır. İdare şehre içme suyu sağlayan birçok farklı kaynağı 1420 adet SCADA merkezi ile merkezden işletilebilmesi, takip ve kontrol edilebilmesi sağlanmakta anlık veriler toplanmaktadır. Kayseri İli 5 adet merkez ilçede yoğun olarak faaliyetlerini sürdüren idare, söz konusu merkez ilçelere ait 311 mahallede 4 milyon metrenin üzerinde atık su şebekesi işletmektedir. Merkez ilçeler haricindeki 11 ilçe de dâhil olmak üzere tüm ilçelerde içme suyu ve atık su hizmeti verilmektedir.

Kayseri il merkezinde yer alan ve 2004 yılında işletmeye alınan ileri biyolojik atık su arıtma tesisi evsel atık suların arıtılması için tasarlanmış, yağış olmayan havalarda 110 000 m³/gün kapasitesinde tasarlanıp inşa edilmiştir. İl genelinde hizmet eden toplam 707 adet su deposu bulunmaktadır. İçme suyu kaynakları, sondajlar ve terfi merkezileri ile beraber idarenin 1808 adet içme suyu tesisinden içme suyu temini sağlanmaktadır. İdarenin içme suyu ve atık su yatırım ve işletme çalışmaları esnasında kullandığı envanterinde bulunan binek araçtan, birçok iş makinesine kadar toplam 275 adet aracın yer aldığı makine parkı yer almaktadır. İdarenin faaliyet ve performans programları incelendiğinde, merkez ilçeler ve diğer ilçelerde atık su ve içme sularından numuneler alınarak denetimlerin yapıldığı görülmektedir. 2021 yılı faaliyet raporunda yıl boyunca toplam 7894 numune alındığı görülmektedir. Kurumda CBS alt yapısı diğer sistemlerle entegre bir şekilde kullanılmakta ve güncel veriye her zaman ulaşılabilmektedir. 2023 yılı raporlarında yer alan bilgilere göre 2021 yılı itibariyle Kayseri ili geneline SCADA sistemine entegre olarak izlenen, 465 sondaj kuyusu, 404 içme suyu deposu, 354 terfi, DMA ve diğer yapılar olmak üzere toplam 1386 lokasyonda izleme ve işletme yapılmaktadır. Yine raporda yer alan

bilgilerden geçmiş yılların SCADA sistemine entegre edilen nokta sayıları karşılaştırıldığında, sayının son yıllarda oldukça arttığı gözlenmektedir. (Kaski 2023, Performans Programı)

Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü 14 525 km² alanda 1.179.107 nüfusa sahip şehirde yaklaşık 452 066 aboneye hizmet vermektedir. İdare 8592 km içme suyu şebekesi ile 2021 verilerine göre şehre yılda 119 milyon m³ içme suyu sağlamaktadır. İçme suyu temininin yanında toplam 156 620 m³ hacme sahip 1135 depo ile sorumluluk sahasında hizmet sağlamaktadır. Atık su şebekelerinin toplam uzunluğu 4560 km'dir. 4 adet atık su arıtma tesisinde günde 127 500 m³ atık su arıtılmaktadır. (Kaski 2021, Faaliyet Raporu).



4. SÜRDÜRÜLEBİLİR SU, KANALİZASYON VE ATIKSU ARITMA SİSTEMLERİ İÇİN YENİ BİR İŞLETME VE YÖNETİM MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

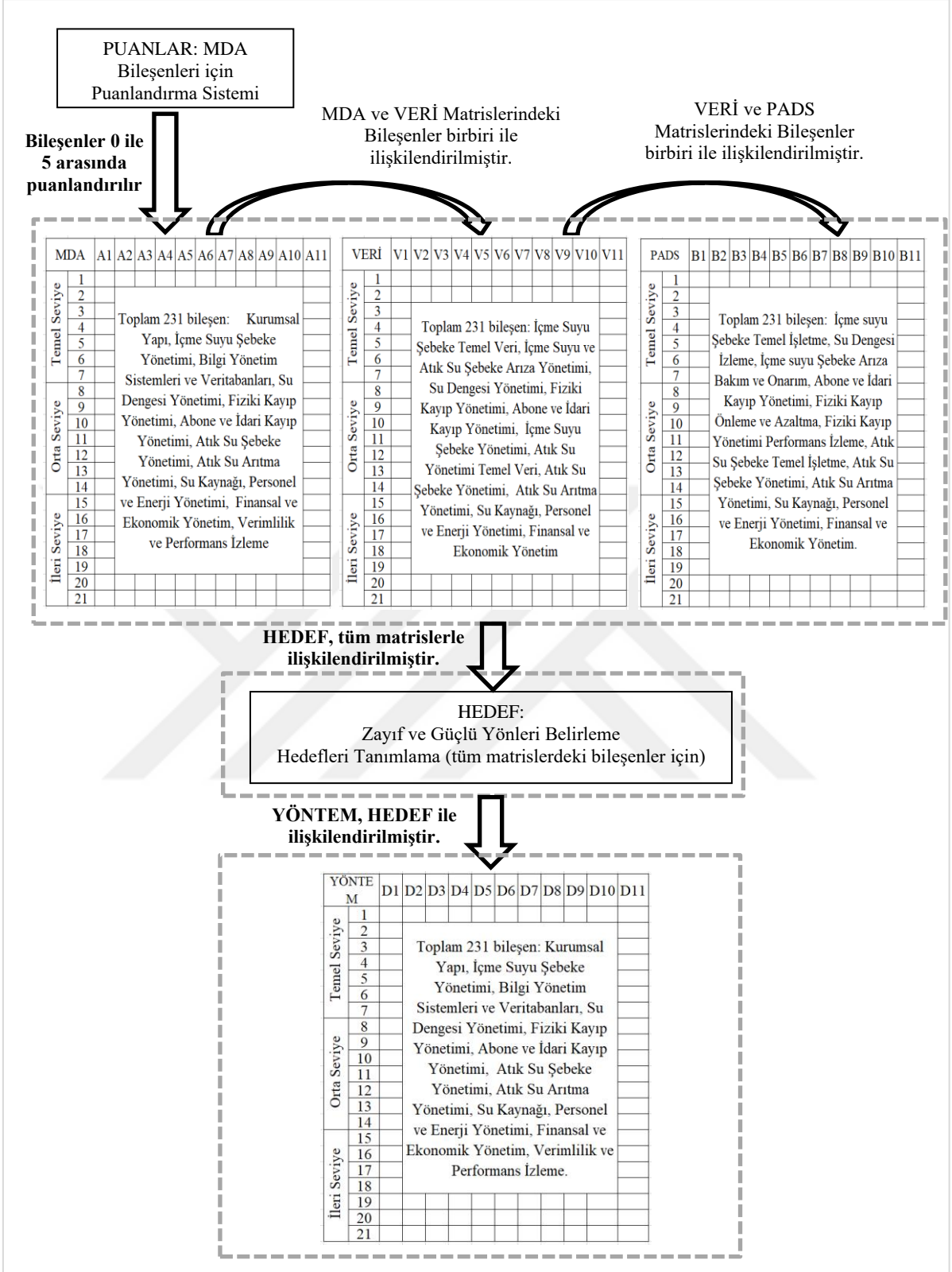
Sürdürülebilir kentsel su ve atık su döngüsü, etkin içme suyu şebeke yönetimi, su kaynaklarının verimli kullanılması, çevre ve insan sağlığının korunması ve kullanılmış suların yeniden kullanılması açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle bu döngüyü oluşturan faaliyetler sistematik ve planlı bir şekilde yapılmalıdır. Su İdarelerinde su, atık su ve arıtma işlemleri ve yönetimi genel olarak oldukça zor, maliyetli ve zaman alıcı süreçlerdir. İşletme ve yönetim planlarının oluşturulması, sahada uygulanması, süreç içinde performans değişiminin izlenmesi sürdürülebilirlik ve verimlilik açısından önemlidir. Sistem performansının iyileştirilmesi için en uygun yönteme karar vermek için idarenin mevcut durumu ve teknik, teknolojik ve ekonomik kapasitesinin yeterli olması gerekmektedir. Bunun için öncelikle idarelerin mevcut durumu ölçülebilir ve uygun ölçütlere göre analiz edilmelidir. Ayrıca, uygulanan yöntemlerin verimliliği ve etkinliği denetlenmeli, değişkenlere ait verilerin kalitesi, ölçüm sıklığı ve doğruluğu sorgulanmalıdır. Tüm bu analiz ve değerlendirmelerim sistematik, planlı ve doğru bir şekilde yapılması için içme suyu ve atık su yönetim pratiklerini kapsayan bir değerlendirme modeline ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu kapsamda idarelerin karşılaştığı en temel sorunlar şu şekildedir; (i) su ve atık su bileşenlerinin yönetimi için verilerin eksik olması/ölçülmemesi, (ii) objektif ve ölçülebilir ölçütlere göre mevcut durum analizinin eksikliği, (iii) ölçülebilir ölçütlere göre zayıf ve güçlü yönlerin tanımlanmasında eksiklik, (iv) mevcut duruma göre en uygun hedefin tanımlanması ve eksik yönlerin iyileştirilmesi için yol haritasının eksikliği, (v) en uygun işletme ve yönetim planlarının ve stratejilerin eksikliği, (vi) sistem işletme ve yönetim performansının izlenmesi için sistematik metodoloji eksikliği.

Su ve atık su tesislerinin işletme ve yönetim maliyetinin en aza indirilmesi için sistem bileşenleri düzenli bir şekilde izlenmelidir. Ayrıca, arıza oranlarının izlenmesi, uygun bakım-onarım programlarının oluşturulması, işletme ve yönetim maliyetlerinin yönetilmesine önemli katkı sunmaktadır. Bunun için öncelikle sistem işletme ve yönetimi kapsamında mevcut durum analizi yapılarak zayıf yöneler belirlenmelidir. Daha sonra sistemin işletme verimliliğinin sağlanması için uzun dönemli bakım, izleme, onarım veya yenileme, planlama ve yönetim stratejisi tanımlanmalıdır. Bu nedenle bu çalışmada sürdürülebilir ve etkin su ve atık su yönetimi için, mevcut durum analizi, performans analizi

ve en uygun süreç yönetimini amaçlayan özgün bir sistem işletme ve yönetim modeli geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, idarelerde su ve atık su bileşenlerinin mevcut durumu, veri kalitesi ve mevcut uygulama düzeylerinin analizini sağlayan özgün bir değerlendirme ve süreç yönetim modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model, Mevcut Durum Analiz Ve Yönetim Sistemi (MDA), veri matrisi (VERİ), performans analiz ve değerlendirme sistemi (PADS), hedef tanımlama sistemi (HEDEF) ve yöntem matrisi (YÖNTEM) olmak üzere 5 matristen oluşmaktadır (Şekil 4.1). Bu modelin temelini MDA oluşturmaktadır. MDA, su ve atık su yönetimi uygulamalarını kapsayan 11 ana başlık altında toplam 231 bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenlerin değerlendirilmesi ve analizi için özgün bir puanlandırma sistemi önerilmiştir. Geliştirilen model ve puanlandırma sistemi pilot 3 idarede test edilmiş ve her bir idarede güçlü ve zayıf yönler tespit edilmiştir.



Şekil 4.1 Su, Kanalizasyon ve AAT işletme ve yönetiminde strateji modelinin ana matrisleri

4.1. Mevcut Durum Analiz ve İzleme Sistemi (MDA)

MDA, içme suyu, atık su ve atık su arıtma faaliyetleri kapsamında mevcut durumun analiz edilmesi, verilerin kalitesinin sorgulanması ve değerlendirilmesi, uygulanan yöntemlerin mevcut uygulama düzeylerinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulmuştur. MDA, önerilen modelde en kritik öneme sahip sistemdir. Bu sistemde yer alan bileşenlerin puanları, verilerin kalitesi tanımlanması, veri kalitesine göre hesaplanması gereken performans göstergeleri belirlenmesi ve zayıf yönlerin tanımlanması için referans oluşturmaktadır. MDA'da yer alan bileşenler, modeldeki diğer sistemlerde (VERİ, PADS, HEDEF, YÖNTEM) yer alan bileşenler ile ilişkilendirilmiştir. Bu ilişkilendirmede, su ve atık su bileşenlerinin planlama ve saha uygulamalarındaki yol haritaları, gereksinimleri ve birbirlerini doğrudan etkileme koşulları esas alınmıştır. Böylece su ve atık su yönetimi kapsamında ölçülebilir ölçütlere göre mevcut durumun analiz edilmesi, iyileştirilmesi gereken bileşenler için uygun hedeflerin tanımlanması ve bunlar için yol haritasının sunulması sağlanmaktadır.

Bu modelde temel amaç, su temini, atık su yönetimi ve arıtma faaliyetleri için uzun vadeli planlamaya temel oluşturan sürdürülebilir bir kentsel su döngüsü sağlamaktır. Bu amaçla kentsel su döngüsünün temel bileşenleri, su ve atıksu süreçleri ve sistem çalışma verimi dâhil olmak üzere tüm bileşenler belirlenmiştir. MDA, 11 ana kategoride toplam 231 bileşenden oluşmaktadır. Bu ana başlıklar ve bileşenler, idarelerde su ve atık su faaliyetlerini kapsayacak şekilde tanımlanmıştır. MDA temel olarak şu ana başlıkları içermektedir;

- Kurumsal Yapı
- İçme Suyu Şebeke Yönetimi, Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları
- Su Dengesi Yönetimi
- Fiziki Kayıp Yönetimi
- Abone ve İdari Kayıp Yönetimi
- Atık Su Şebeke Yönetimi, Atık Su Arıtma Yönetimi
- Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi
- Finansal ve Ekonomik Yönetim, Verimlilik ve Performans İzleme

MDA’te yer alan bileşenler temel olarak, zorluk düzeyleri, gereksinimleri, uygulanabilirlikleri, sistem işletme ve yönetiminde bileşenlerin öncelik koşulu gibi faktörlere göre, “temel seviye”, “orta seviye”, “ileri seviye”, olmak üzere üç alt gruba ayrılmıştır (Tablo 4.1, 4.2, 4.3). Bu sınıflandırma, idarenin en temel bileşenlerden en ileri seviye bileşenlere kadar mevcut kapasitesini, durumunu, işletme ve yönetimi kabiliyetini değerlendirme ve izleme imkânı sunmaktadır. Ayrıca bu sınıflandırma, öncelikli iyileştirilmesi gereken bileşenlerin tanımlanması ve bu bileşenler için uygun ve kademeli hedeflerin tanımlanmasına katkı sunmaktadır.

Bu modelde temel seviye bileşenler, bir kamu kuruluşunda su ve atıksu yönetimi kapsamında sağlanması gereken en temel süreçleri içermektedir. Bu nedenle bu bileşenlerin genel olarak iyi düzeyde olması beklenmektedir. Öte yandan, orta düzey bileşenlerin uygulanabilirliği, iyi düzeyde olması gereken temel bileşenlerin kurumda mevcut uygulama düzeyine bağlıdır. Ayrıca, kurumun teknik ve teknolojik altyapısının yeterli olması gerekmektedir. Bu nedenle altyapısı yeterli ve temel düzeydeki bileşenleri iyi durumda olan kurumlarda orta düzeydeki bileşen puanlarının iyi düzeyde olması beklenmektedir.

Son olarak, ileri düzey bileşenler genellikle zaman alıcı ve maliyetli süreçlerdir. Bu bileşenlerin uygulanabilmesi için temel ve orta seviye bileşenlerin iyi düzeyde olması ve kurumun yeterli deneyim, bilgi birikimi, finansal, teknik ve teknolojik altyapıya sahip olması gerekmektedir. Bu düzeydeki bileşenlerin, bu koşulları sağlamayan kurumlarda genellikle düşük puanlara sahip olması beklenir. Böylece kentsel su döngüsü kapsamında 231 bileşen belirlenmiştir. Bu modeldeki bileşenler temel olmakla birlikte, belirlenen değişkenlerin niteliği ve sayısı ileriki çalışmalarda genişletilebilir ve/veya revize edilebilir.

Tablo 4.1 Mevcut Durum Analiz ve İzleme Sistemindeki (MDA) ana kategoriler ve temel seviye bileşenler

	Kurumsal Yapı(A1)	İçmesuyu Şebeke Yönetimi(A2)	Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları(A3)	Su Dengesi Yönetimi(A4)	Fiziki Kayıp Yönetimi(A5)	Abone ve İdari Kayıp Yönetimi(A6)	Atıksu Şebeke Yönetimi(A7)	Atıksu Arıtma Yönetimi(A8)	Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi(A9)	Finansal ve Ekonomik Yönetim(A10)	Verimlilik ve Performans İzleme(A11)
1	Su ve Atıksu Yönetiminde Organizasyon Yapısı ve Birimlerarası Koordinasyonu	Üretilen Su Hacminin Ölçülmesi	Bilgi Yönetim Sistemlerinin Veritabanlarının Planlanması ve Uygulanması	Su Dengesinin Uygulanabilirliği ve Yol Haritası (Yukarıdan Aşağı)	Fiziki Kayıplara Etki Eden Faktörlerin Analizi	Güncel Abone Sayısı için Saha Güncelleme Programı	Yıllık Toplanan Atıksu Hacmi	Kurumda Atıksu Arıtma Stratejisi ve Tesis Yapım-Planlama Politikası	Tüm Tesislerde Enerji Tüketimi İzleme ve Yönetim Politikası	Su Üretim Toplam Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Performans İzleme ve Bilgi Sistemlerinin Entegrasyonu
2	Kurum Üst Yönetiminin Su Kayıp Azaltma Faaliyetlerine Bakış Açısı	Sistem Giriş Debitinin Ölçülmesi	Su Kaynakları, İsale, Giriş Debi Yönetim Sisteminin (SCADA Su Üretim) Kurulması ve Yönetilmesi	Yasal Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanımlar	Sızıntıların Azaltılması ve Önlenmesi için Yönetim ve İşletme Stratejisinin Geliştirilmesi	İdari kayıplara etki eden faktörlerin analizi	Atıksu Şebeke Uzunluğu	Atıksu Arıtma Tesislerinde İşletme ve İzleme Politikası	Atıksu Arıtma Tesislerinde Enerji Tüketimi İzleme ve Yönetimi	İçmesuyu Şebeke Arıza Bakım-Onarım Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	CBS Veri Güncelleme ve Doğrulama Faaliyetlerinin İzlenmesi
3	Kurumda Su kayıp Yönetim Organizasyonu ve Koordinasyonu	İçmesuyu Şebeke Uzunluğu	Abone Yönetim ve Faturalama Sistemi	Yasal Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanımlar	Aktif Kaçak Kontrolü Programı, Planı ve Stratejisi	İdari kayıp azaltma ve yönetim stratejisi	Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu	Atıksu Arıtma Tesislerinin SCADA Entegrasyonu ve Merkezden İzleme Stratejisi	İçmesuyu Üretimi, Arıtma ve İsale Hatlarında Enerji Tüketimi İzleme ve Yönetimi	Atıksu Şebeke Arıza Bakım-Onarım Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Faturalama-Tahsilat İzleme-Doğruluk/Verimlilik Analizi
4	Su (Kayıp) Yönetimi için Birim ve Ekip Yeterliliği	Servis Bağlantı Sayısı	SCADA Depo İzleme Sistemi ve Veri tabanı	Su Dengesi Hesaplamaları için Fiziki Kayıp Bileşenlerinin Sistematik Ölçülmesi ve İzlenmesi	İzole Bölge Oluşturma Faaliyetleri	Okullarda ve Kamu Binalarında Tüketimler ve Savaşçaların Kontrolü	Atıksu Abone Bağlantı Sayısı	Kurum Üst Yönetiminin Atıksu Arıtma Yönetimine Bakış Açısı	İçmesuyu Şebeke Yönetiminde Personel Planlama ve Verimlilik Yönetimi	Atıksu Arıtma Arıza Bakım-Onarım Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Tahsilat Yapılan Abonelerin ve Hacimlerin İzlenmesi ve Analizi
5	Atıksu Şebeke Yönetimi için Birim ve Ekip Yeterliliği	Vana Sayısı	CBS Tabanlı İçmesuyu Dağıtım Sistemi	Su Dengesi Hesaplamaları için İdari Kayıp Bileşenlerinin Sistematik Ölçülmesi ve İzlenmesi	Minimum Gece Debiti Analizi	Abone Savaşç Okuma Verimliliğinin İzlenmesi ve Arttırılması	Muayene Baca Sayısı	Atıksu Arıtma Tesisinde Teknik Personelin Farkındalık Düzeyi	Atıksu Şebeke Yönetiminde Personel Planlama ve Verimlilik Yönetimi	Atıksu Arıtma Enerji Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	İçmesuyu Şebeke Yenileme Yapılan Bölgelerde Arıza ve Verimlilik Analizi ve İzlenmesi
6	Karar Verici ve Teknik Personelin Su Kayıp Yönetimi Farkındalığı	Ortalama İşletme Basıncı	CBS Tabanlı Atıksu Şebeke Sistemi	GGG ve Temel Bileşenlerin Farklı Göstergelere göre Analizi ve İzlenmesi	Sızıntı/Arıza Onarım Hızı ve Süresi Analizi ve İyileştirilmesi	Savaşç Yaşı	Parsel Baca Sayısı	Atıksu Arıtma Yönetimi için Birim ve Ekip Yeterliliği	Atıksu Arıtma Yönetiminde Personel Planlama ve Verimlilik Yönetimi	Toplam İşletme Gelirinin Analizi ve İzlenmesi	Atıksu Şebeke Yenileme Yapılan Bölgelerde Arıza ve Verimlilik Analizi ve İzlenmesi
7	Kurumun Su Kayıp Yönetiminde Deneyimi	İçmesuyu Şebeke İnşaatlarının Kontrol Faaliyetleri	Çağrı Merkezi Sistemi	Su Dengesi İzleme, Güncelleme Sistemi ve Analiz	Sızıntı, Tespit ve Onarım Teknik Kapasitesi (Ekip, Cihaz)	Savaşç Hata Oranlarının Belirlenmesi ve Savaşçaların İzlenmesi	Atıksu Şebeke İnşaatlarının Kontrol Faaliyetleri	Atıksu Arıtma Tesislerinde Teknik Kapasite ve Deneyim Geliştirme Faaliyetleri	İçmesuyu/Atıksu Şebeke/Atık Su Arıtma İmalat ve İşletme için İş ve İşçi Güvenliği Eğitim Politikası	İçmesuyu Şebeke İşletme Verimliliğinin Analiz Edilmesi ve İzlenmesi	Su Tüketimi ve Kaynak Verimliliğinin İzlenmesi

Tablo 4.2 Mevcut Durum Analiz ve İzleme Sistemindeki (MDA) ana kategoriler ve orta seviye bileşenler

	Kurumsal Yapı(A1)	İçmesuyu Şebeke Yönetimi(A2)	Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları(A3)	Su Dengesi Yönetimi(A4)	Fiziki Kayıp Yönetimi(A5)	Abone ve İdari Kayıp Yönetimi(A6)	Atıksu Şebeke Yönetimi(A7)	Atıksu Arıtma Yönetimi(A8)	Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi(A9)	Finansal ve Ekonomik Yönetim(A10)	Verimlilik ve Performans İzleme(A11)
8	Su Kayıp Yönetimi Personelinin Teknik Yetenek Seviyesi	İçmesuyu Şebeke Bakım, Onarım ve Kontrol Programı	CBS Tabanlı Yağmursuyu Sistemi	Yasal Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanımlar (Hidrants, İtfaiye, Park-Peyzaj, İbadethane)	İsale Hatları ve İçmesuyu Arıtma Tesislerinde Sızıntı Yönetimi ve Önlenmesi	Abone Sayaç Tercih ve kullanımı için Yazılı Teknik Şartname ve Kilavuzun varlığı	Yağmursuyu İzgara Bakım ve Temizlik Programı	Atıksu Arıtma Tesisleri için Bakım ve Kontrol Programı	İçmesuyu Tesislerinde Yenilenebilir Enerji Üretim ve Uygulamaları Politikası	İçme Suyu Şebeke Yenileme Maliyetinin ve Faydanın Analizi ve İzlenmesi	Fiziki Kayıp Performans Göstergelerinin İzlenmesi
9	Kurumun Su Kayıp Yönetimi Açısından Teknik (Ekipman) Altyapısı	İçmesuyu Kalite İzleme ve Denetim Politikası	Su Kayıp Yönetimi Sisteminin (SCADA Suyun Dağıtılması) Kurulması ve Yönetilmesi	Yasal Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanımlar (İtfaiye, Park-Peyzaj, İbadethane)	İçmesuyu Sisteminde Meydana Genel Arızalar Üzerinde Etkili Faktörlerin Analizi	Ücretini Ödemeyen Aboneler için İzleme-Kesme Stratejisi-Yol Haritası	Atıksu Şikâyet Verilerinin Tutulması ve Analizi	Endüstriyel Atık Üreten Tesislerin İzlenmesi ve Denetimi	Atıksu Tesislerinde Yenilenebilir Enerji Üretim Politikası	Atıksu Şebeke Yenileme Maliyetinin ve Faydanın Analizi ve İzlenmesi	İdari Kayıp Performans Göstergelerinin İzlenmesi
10	Su Kayıp Yönetimi Teknik Personeli için Teknik Yetenek ve Kapasite Geliştirme Faaliyetleri	İçmesuyu Şikâyet Verilerinin Tutulması ve Analizi	İçmesuyu Arıza Yönetim Sistemi (CBS ileEntegre)	Abone Sayaç Hatasından Kaynaklanan Kayıplar	Basınç-Debi-Sızıntı-Arıza Analizi	Faturalandırılmamış İş Kullanıcı Sayısı ve Takılan Sayaç Sayısı	Ayrık Sistem Planlama ve Uygulama Stratejisi	AAT Kullanılan Ekipmanların Yönetilmesi, Alt Yapı Geliştirme ve Yenileme Politikası	İçmesuyu Teknik Personeli için Teknik ve Hidrolik Eğitim Faaliyetleri	İçmesuyu Şebeke Yönetim Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Basınç Yönetimi Uygulamalarının İzlenmesi
11	Su Kayıp Yönetimi Bileşenlerinin Yönetilmesi için Yol Haritası	Su Kesinti Bilgilerinin Tutulması ve Analizi	Atıksu Arıza Yönetim Sistemi (CBS ileEntegre)	Dağıtım Sistemindeki (Şebeke ve Servis Bağlantıları) Sızıntılar	Depolarda Sızıntı Yönetimi ve Önlenmesi	Abone Sayaçların Kalibrasyonu-Test Laboratuvarının Varlığı	Atıksu Şebeke Sayısallaştırma ve Veri Güncelleme Programı	Atık Su Arıtma Tesisinde Laboratuvar Varlığı ve Kalibrasyon Politikası	Atıksu Şebeke Teknik Personeli için Teknik ve Hidrolik Eğitim Faaliyetleri	Atıksu Arıtma Yönetim Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Gece Debiti Uygulamasının İzlenmesi
12	Atıksu Şebeke Yönetimi Bileşenlerinin Yönetilmesi için Yol Haritası	İçmesuyu şebeke sayısallaştırma ve veri güncelleme programı	Sayaç Yönetimi Veri Tabanı (CBS ile Entegre)	Depolarda Meydana Gelen Sızıntılar	Basınç Yönetimi Stratejisi	Yasal faturalandırılmamış iş kullanımların azaltılması için strateji ve önlemler	Atıksu Şebeke ve Muayene Baca Bakım-Temizlik Stratejisi	Atıksu Arıtma Tesisinde Bileşenlerin Yönetilmesi için Yol Haritası	Atıksu Arıtma Teknik Personeli için Teknik ve Mesleki Eğitim Faaliyetleri	Atıksu Şebeke Yönetim Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Sızıntı Tespit (Ekip ve Denetim) Uygulamalarının İzlenmesi
13	Su Kayıp Yönetiminde Uygulanan Yöntemlerin ve Süreçlerin Raporlanması ve Bilgilendirilmesi	Vana Bakım, Onarım ve Kontrol Programı	CBS Tabanlı Baca/Izgaru/Mazga 1 Yönetim Sistemi	İsale Hatları ve İçmesuyu Arıtma Tesislerinde Meydana Gelen Sızıntılar	Servis Bağlantı Arıza/Sızıntı Önleme Stratejisi	Site vb. Yerler için Kontrol Sayacı Takılması ve İzlenmesi	Atıksu Arızaları Üzerinde Etkili Faktörlerin Analizi	Atıksu Arıtma Tesisinde Uygulanan Yöntemlerin ve Süreçlerin Raporlanması ve Bilgilendirilmesi	Kurumdaki Araçların ve Tüketimlerin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi	Fiziki Kayıpların Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	İzole Bölge Uygulamaları için Performans Analizi ve İzlenmesi
14	Atıksu şebeke yönetiminde uygulanan yöntemlerin ve süreçlerin raporlanması ve bilgilendirilmesi	Terfi ve Pompa Bakım, Onarım ve Kontrol Programı	CBS Tabanlı Vana Yönetim Sistemi	Su Dengesi Tablosuna Göre Öncelikli Azaltılması Gereken Bileşenlerin Analizi	İçmesuyu Şebeke Arıza Oranı Değişiminin İzlenmesi ve Faydalı Ömür Analizi	Yasadışı Kullanımlar için Halkın Bilinçlendirilmesi	Atıksu Şebeke Yenileme Stratejisi	Atık Su Arıtma Tesislerinde Çevre Düzelenmesi/ Peyzaj Uygulama Stratejisi	İçmesuyu-Atıksu-Arıtma-Yatırım Dairelerinin Yıllık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi	İdari kayıpların ve faturalandırılmamış yasal kullanımların maliyetinin analizi	Atıksu Arıtma Tesisi İşletme Performansının Analizi ve İzlenmesi

Tablo 4.3 Mevcut Durum Analiz ve İzleme Sistemindeki (MDA) ana kategoriler ve ileri seviye bileşenler

	Kurumsal Yapı(A1)	İçmesuyu Şebeke Yönetimi(A2)	Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları(A3)	Su Dengesi Yönetimi(A4)	Fiziki Kayıp Yönetimi(A5)	Abone ve İdari Kayıp Yönetimi(A6)	Atıksu Şebeke Yönetimi(A7)	Atıksu Arıtma Yönetimi(A8)	Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi(A9)	Finansal ve Ekonomik Yönetim(A10)	Verimlilik ve Performans İzleme(A11)
15	Su Kayıp Yönetimi için Yıllık Program Oluşturma ve Bütçeleme Politikası	Toplam Servis Bağlantı Uzunluğu	Veritabanlarının Birbiri ile Entegrasyonu (CBS-SCADA-ABYS-Artıza)	Kaçak Kullanımdan Kaynaklı Kayıplar	Hidrolik Model Tabanlı Sızıntı Tespit ve İzleme Sistemi	Ekonomik Analizi Esas Alan Sayaç Yenileme Stratejisi	Atıksu Şebeke Arıza Oranı Değişiminin İzlenmesi ve Faydalı Ömür Analizi	Atıksu Arıtma Tesisinde Oluşan Çamurların Bertaraf Edilmesi ve Yönetimi Politikası	Kurumsal Gri Suluların Yönetilmesi ve Yeniden Kullanım Politikası	Yağmursuyu ve Atıksu Geri Tepme/Su Basması/Göllenme Maliyeti	İçmesuyu Tesislerinde Enerji verimliliği programının oluşturulması ve izlenmesi politikası
16	Atıksu ve Yağmursuyu Yönetimi için Yıllık Program Oluşturma ve Bütçeleme Politikası	İçmesuyu Şebeke Yenileme Stratejisi	Şebeke Bakım ve Onarım Yönetim Sistemi (CBS ile entegre) (içme suyu+atık su)	Özel Mülkteki Servis Bağlantılarında Tespit Edilen Sızıntılar	Bölgesel Gürlülü Koyulducu ve Korelatör ile Sızıntı İzleme	Yasal Faturalandırılmamış Abonelerin Uzaktan Okuma ile İzlenmesi ve Azaltılması	Atıksu Hidrolik Modeli	Arıtma Çamurlarından Biyogaz ve Enerji Üretim Politikası	İçmesuyu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Gelirinin ve Maliyetinin İzlenmesi ve Analizi	İçmesuyu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Gelirinin ve Maliyetinin İzlenmesi ve Analizi	Atıksu Tesislerinde Enerji verimliliği programının oluşturulması ve izlenmesi politikası
17	Su ve Atıksu Yönetimi Programlarının Teknik ve Ekonomik Denetim Politikası	Şebeke Hidrolik Modeli	Debimetre ve Basınçölçer Kalibrasyon Testi ve Bakım Programı	Minimum Gece Debisine göre Sızıntı Tahmini ve Su Dengesinin Oluşturulması	Özel Mülkteki Servis Bağlantılarında Sızıntıların Önlenmesi ve Yönetimi	Büyük Tüketimli Abonelerin Uzaktan Okunması-İzlenmesi	Atıksu Master Planı	Atıksu Arıtma Tesislerinde Enerji Verimliliği (Optimizasyon) Politikası	Enerji Tüketim-Talep Planlaması ve Kaynak Yönetim Stratejisi	Atıksu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Gelirinin ve Maliyetinin İzlenmesi ve Analizi	Yağmur Suyu Yönetimi için Performans Değerlendirme Göstergelerinin Analizi ve İzlenmesi
18	Su Kayıp Yönetimi Açısından Mevcut Durum Analizi /Değerlendirme	İçmesuyu Master Planı	Veri Doğrulama-İyileştirme-Kontrol Sistemi	CBS Tabanlı Su Dengesi Analizi (Bilgi Sistemlerinin Entegrasyonu)	Gerçek Zamanlı İçmesuyu İzleme Sistemi	Kaçak Bağlantılar ile Mücadele için Denetim Politikası	Yağmursuyu Master Planı ve Taşkın Risk Analizi	Arıtılan Atıksuların Geri Kullanım Politikası	Kurumda Yağmursuyu Hasadı Politikası ve Uygulamaları	Fiziki Kayıpları Önleme Maliyetlerinin ve Ekonomik Kazanımlarının Analizi ve İzlenmesi	Anıksu Yönetimi için Performans Değerlendirme Göstergelerinin Analizi ve İzlenmesi
19	Atıksu ve Yağmursuyu Yönetimi Açısından Mevcut Durum Analizi /Değerlendirme	İçmesuyu Sistemi için Varlık Yönetimi Stratejisinin Geliştirilmesi ve İzleme Sisteminin Oluşturulması	Atıksu Yönetimi için Veritabanlarının Birbiri ile Entegrasyonu (CBS-SCADA-Artıza)	Arıza ve Sızıntı Kayıtları ile Sızıntı Bileşenlerinin Tahmini (Bileşen Analizi)	CBS tabanlı Entegre Su Kayıp Yönetim Sistemi	Kaçak Bağlantı Denetim Sayısı ve Oranı	Atıksu Şebeke Sistemi için Varlık Yönetimi Stratejisinin Geliştirilmesi ve İzleme Sisteminin Oluşturulması	Atıksu arıtma Tesislerinde Varlık Yönetimi Sisteminin Geliştirilmesi	İçmesuyu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Uygulamaları	İdari Kayıpları Önleme Faaliyetlerinin Maliyetlerinin ve Ekonomik Kazanımlarının Analizi ve İzlenmesi	İçmesuyu Yönetimi için Performans Değerlendirme (Bencmarking) Göstergelerinin Analizi ve İzlenmesi
20	Su Kayıp Yönetimi için Stratejik Planın Oluşturulması	Varlık Yönetimine Dayalı İçmesuyu Şebeke Yenileme-Değiştirme Stratejisi	Entegre Kentsel Su ve Atıksu Yönetim Modeli	Farklı Hesaplama Yöntemleri ile Su Dengesi Hesabı-Kıyaslama	İçmesuyu Üretim, Arıtma ve İsale Hatlarında Bakım ve Koruma Programı	Aboneler için Uzaktan Okuma Sistemlerinin Kullanılması	Varlık Yönetimine göre Atıksu Şebeke, Baca ve Yağmursuyu Marzalı Değiştirme Stratejisi	Atıksu arıtma Tesislerinde Varlık Yönetimi Sisteminin İşletilmesi ve Yönetilmesi	Atıksu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Uygulamaları	Gelir Getirmeyen Suyu Önleme Faaliyetlerinin Maliyetlerinin ve Ekonomik Kazanımlarının Analizi ve İzlenmesi	Ekonomik Sızıntı Seviye Analizi
21	Atıksu ve Yağmursuyu Yönetimi için Stratejik Planın Oluşturulması	Varlık Yönetimine Esas Şebeke-Depo-Vana-Hidroantların İşletilmesi-İzlenmesi	Malzeme Yönetim Sistemi ve Vertabanı	GGG ve Temel Bileşenler için Hedef Tanımlama	Fiziki Kayıplar için En Uygun Kayıp Oranı Seviyesinin Belirlenmesi	İdari Kayıplar için En Uygun Oranı Belirlenmesi	Birleşik veya Ayrık Sistemde Hidrolik Parametrelerin Ölçülmesi ve İzlenmesi	Atıksu Arıtma İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Uygulamaları	Atıksu Arıtma Kontrolü Politikası	Arıtma Çamurlarının Bertaraf Edilmesi ve Enerji Üretiminin için Fayda/Maliyetin Analizi ve İzlenmesi	ILI ve UARL Göstergelerinin Analizi ve İzlenmesi

Bozkurt (2022) tarafından yapılan çalışmada, Su ve Kanalizasyon İdarelerinde sürdürülebilir su kayıp yönetimi için optimizasyon tabanlı bir yönetim modeli önermiştir. Bu modelde idarelerin su kayıp yönetimi açısından mevcut durum analizi için toplam 144 bileşenden oluşan değerlendirme sistemi geliştirilmiştir. Tablolarda yer alan su dengesi yönetimi, fiziki kayıp yönetimi ve idari kayıp yönetimi ana başlıkları altında yer alan bileşenler Bozkurt (2022) tarafından yapılan çalışma esas alınarak oluşturulmuştur.

A1: Kurumsal Yapı: Bu kategoride idarede su ve atık su yönetimi kapsamında organizasyon yapısı, birimler arası koordinasyon, kurum yönetiminin bakış açısı, birim ve ekip sayısı, teknik yetenek düzeyi, deneyimi ve farkındalığı, ekipman durumu, faaliyetler için yol haritası, raporlama, yıllık program oluşturma ve bütçe planlama, denetim politikası, mevcut durum analiz politikası ve stratejik planlama bileşenler yer almaktadır.

A2: İçme Suyu Şebeke Yönetimi: Bu kategoride temel olarak içme suyu yönetimi için gerekli olan verilerin ölçülmesi (üretilen su hacmi, giriş hacmi, şebeke ana hat uzunluğu, servis bağlantı sayısı, vana sayısı), işletme basıncı, içme suyu kalite izleme, abone şikâyetlerinin ve su kesintilerinin analizi, şebeke ve elemanlarının bakım ve izleme politikası, şebeke yenileme stratejisi, hidrolik model, master plan, varlık yönetimi gibi bileşenler yer almaktadır. Şebeke işletme ve yönetiminde en temel unsur verilerin düzenli ölçülmesi ve izlenmesidir.

A3: Bilgi Sistemleri ve Veri tabanları: Bu kategoride su ve atık su yönetimi için temel bilgi sistemleri ve veri tabanları yer almaktadır. Bu kategori suyun üretilmesi, dağıtılması, depo giriş ve çıkış debilerinin izlenmesi için SCADA sistemi, su ve atık su CBS veri tabanları, abone yönetim sistemi, CBS arıza, CBS bakım/ izleme, CRM, CBS sayaç/abone yönetimi, bilgi sistemlerinin entegrasyonu ve malzeme yönetim sistemi bileşenlerini içermektedir.

A4: Su Dengesi Yönetimi: Bu kategori temel olarak standart su dengesi analizinde kullanılan bileşenleri içermektedir. Bu kapsamda su dengesi tablosundaki idari ve fiziki kayıp bileşenleri, yasal faturalandırılmamış kullanımlar, su dengesinin farklı yaklaşımlarla hesaplanması (aşağıdan yukarıya, bileşen analizi) ve CBS tabanlı su dengesi analizi bileşenleri bulunmaktadır.

A5: Fiziki Kayıp Yönetimi: Bu kategori temel olarak sızıntıların tespit edilmesi, önlenmesi, azaltılması ve yönetilmesi için uygulanan yöntemleri, araçları ve süreçleri içermektedir. Bu kapsamda isale hatları, depolar, dağıtım sistemlerindeki sızıntıların analizi,

tespiti ve önlenmesi, sistemin çeşitli araçlarla izlenmesi (hidrolik model, bölgesel kaydedici, gerçek zamanlı izleme) ve CBS tabanlı entegre su yönetimi bileşenleri yer almaktadır.

A6: İdari Kayıp Yönetimi: Bu kategori temel olarak idari kayıpların (kaçak kullanımlar, sayaç hataları) tespit edilmesi, önlenmesi, azaltılması ve yönetilmesi için uygulanan yöntemleri, araçları ve süreçleri içermektedir. Bu kapsamda sayaçların izlenmesi, hata oranlarının tespit, sayaç yönetimi, kaçak kullanımların tespiti ve denetimi, yasal faturalandırılmamış kullanımların izlenmesi ve yönetimi, abonelerin uzaktan okunması bileşenleri yer almaktadır.

A7: Atık Su Şebeke Yönetimi: Bu kategori temel olarak, atık su ve yağmursuyu yönetimindeki temel verileri (hat uzunluğu, servis bağlantı sayısı, baca sayısı, baca ve mazgal temizlik ve bakım politikası, şebeke yapım ve yenileme politikası, şebeke hidrolik model, atık su master plan, taşkın risk analiz ve varlık yönetimi bileşenlerini içermektedir.

A8: Atık Su Arıtma Yönetimi: Bu kategoride atık su arıtma yönetimi kapsamında personel ve ekip yönetimi, kurum üst yönetiminin bakış açısı, personel teknik yetenek düzeyi ve deneyimi, tesis ekipman bakım izleme politikası, çamur yönetimi, atık suların geri kullanımı ve varlık yönetimi bileşenleri yer almaktadır.

A9: Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi: Bu kategoride temel olarak tüm tesisler enerji tüketim izleme politikası, personel verimlilik izleme, yenilenebilir enerji üretimi, teknik ve hidrolik eğitim, enerji optimizasyonu, iş ve işçi sağlığı uygulamaları bileşenleri yer almaktadır.

A10: Finansal ve Ekonomik Yönetim: Bu kategoride su üretim maliyetinin, içme suyu, atıksu ve arıtma tesislerinde arıza, işletme ve yönetim maliyetleri, işletme verimliliği analizi, yenileme maliyet analizi, kayıpların (idari ve fiziki) maliyeti, enerji üretim gelir ve maliyet analizi, su kayıpları önleme yöntemlerinin maliyeti bileşenleri yer almaktadır.

A11: Verimlilik ve Performans İzleme: Bu kategoride performans izleme sistemi, CBS veri güncelleme, enerji verimliliği izleme, su kayıpları performans izleme, şebeke yenilenen bölgelerde performans izleme, kıyaslamalı performans analizi, ekonomik kayıp seviye analizi bileşenleri yer almaktadır.

4.2. VERİ Sistemi

Su ve atık su yönetimi kapsamında doğru ve sistematik performans analizi için verilerin düzenli ölçülmesi ve izlenmesi kritik öneme sahiptir. Bu verilerin doğruluğu ve kalitesi oldukça önemlidir. Bu nedenle bu modelde, su ve atık su yönetimi kapsamında performans gösterge hesabında kullanılan en temel verileri içeren VERİ sistemi oluşturulmuştur. VERİ temel olarak 11 ana kategoride toplam 231 bileşeni içermektedir (Tablo 4.4, 4.5, 4.6). VERİ sistemindeki her bir bileşen MDA matrisindeki her bir bileşen ile ilişkilendirilmiştir. Böylece MDA matrisindeki bileşenlerin puanlarına göre VERİ matrisindeki verilerin kalitesi tanımlanmaktadır. MDA'da olduğu gibi VERİ sisteminde de bileşenler temel, orta ve ileri seviye şeklinde sınıflandırılmıştır. Geliştirilen modelde, VERİ sistemi PADS'ta yer alan performans göstergelerinin analizinde kullanılmaktadır. VERİ matrisindeki veri kalitesine göre PAAS'ta hesaplanması gereken (veri kalitesi iyi) ve hesaplanması uygun olmayan (veri kalitesi kötü) performans göstergelerine karar verilmektedir.

VERİ matrisindeki ana başlıklar,

- İçme Suyu Şebeke Temel Veri
- İçme Suyu ve Atık Su Şebeke Arıza Yönetimi
- Su Dengesi Yönetimi
- Fiziki Kayıp Yönetimi
- Abone ve İdari Kayıp Yönetimi
- İçme Suyu Şebeke Yönetimi
- Atık Su Yönetimi Temel Veri, Atık Su Şebeke Yönetimi
- Atık Su Arıtma Yönetimi
- Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi
- Finansal ve Ekonomik Yönetim

Tablo 4.4 Veri matrisi ana kategoriler ve temel seviye bileşenler

	İçme Suyu Şebeke Temel Veri (V1)	İçme Suyu ve Atık Su Şebeke Arıza Sayısı Yönetimi(V2)	Su Dengesi Yönetimi(V3)	Fiziki Kayıp Yönetimi(V4)	Abone veldari Kayıp Yönetimi(V5)	İçme Suyu Şebeke Yönetimi(V6)	Atık Su Yönetimi Temel Veri(V7)	Atık Su Şebeke Yönetimi(V8)	Atık Su Arıtma Yönetimi(V9)	Su Kaynağı Personel ve Enerji Yönetimi(V10)	Finansal ve Ekonomik Yönetim(V11)
1	Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km)	Toplam Rapor Edilen İçmesuyu Arıza Sayısı (adet)	Giriş Hacmi (m3/yıl)	Minimum Gece Debisi ile İzlenen Şebeke Uzunluğu (km)	İçmesuyu Hizmeti Verilen Nüfus (kişi)	Toplam İzole Bölge Sayısı (adet)	Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Birleşik Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	CBS Veritabanına Aktarılan Atıksu Şebeke Uzunluğu (km/yıl)	Atıksu Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus (kişi)	İçmesuyu Yönetimi Çalışan Personel Sayısı (adet)	Birim metreküp Su Satış Fiyatı (TL/m3)
2	Toplam Depo Sayısı (adet)	Rapor Edilen İçmesuyu Şebeke Arıza Sayısı (adet)	Yasal Faturalandırılmış Tüketim Hacmi (m3/yıl)	Minimum Gece Debisi Analizi Yapılan İzole Bölge Sayısı (adet)	Abone Sayısı (adet)	İzole Bölge Yapılan Şebeke Uzunluğu (km)	Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (km)	CBS Veritabanına Aktarılan Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (km/yıl)	Toplam Atık Su Arıtma Tesisi Sayısı (adet)	İş ve İşçi Güvenliği Eğitim Saati	Su Üretim Toplam Maliyeti (Enerji+Arıtma) (TL)
3	Üretilen Su hacmi (m3/yıl)	Rapor Edilen İçmesuyu Servis Bağlantı Arıza Sayısı (adet)	Gelir Getirmeyen Su (GGS) hacmi (m3/yıl)	Minimum Gece Debisi ile Farkına Varılan Sızıntı Hacmi (m3/yıl)	Tahakkuk Yapılan Abone Sayısı (adet)	SCADA ile İzlenen Depo Sayısı (adet)	Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu (Ayrık+Birleşik) Şebeke Uzunluğu (km)	SCADA ile İzlenen Atık Su Arıtma Tesisi Sayısı (adet)	Atık Su Arıtma Tesisleri Potansiyel Kapasiteleri (m3/yıl)	Atıksu Arıtma Yönetimi Çalışan Personel Sayısı (adet)	İçmesuyu Şebeke Arıza Bakım Onarım Birim Maliyeti (TL/arıza)
4	Toplam İsale Hattı Uzunluğu (km)	Toplam Atıksu Şebeke Arıza Sayısı (adet)	Su Kayıp Hacmi (m3/yıl)	Akustik Yöntemler ile Yapılan Toplam Denetim Sayısı (adet)	Ücretini Ödemeyen Toplam Abone Sayısı (adet)	SCADA ile İzlenen İzole Bölge Sayısı (adet)	Görüntüleme ile Tespit Edilen Hidrolik Kusur (Tıkama, Gölleme) Sayısı (adet)	Atık Su Arıtma Tesisleri Potansiyel Kapasiteleri (m3/yıl)	İçmesuyu Yönetimi için Teknik ve Hidrolik Eğitim Saati (saat)	Atıksu Arıtma Yönetimi için Teknik ve Hidrolik Eğitim Saati	Atıksu Şebeke Arıza Bakım Onarım Birim Maliyeti (TL/arıza)
5	Toplam Pompa Sayısı (adet)	Toplam Atıksu Abone Bağlantı Arıza Sayısı (adet)	Fiziki Kayıp Hacmi (m3/yıl)	Akustik Yöntemlerle Denetim Yapılan Şebeke Uzunluğu (km)	Ücretini Ödemeyen Aboneler için Kesme Sayısı (adet)	İzole Bölgelerde Toplam Giriş Hacmi (m3/yıl)	Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Atıksu Muayene Baca Sayısı (adet)	Atık Su Arıtma Tesisinde Çalışan Çevre Mühendisi Sayısı (adet)	Atıksu Yönetimi için Teknik ve Hidrolik Eğitim Saati	Atıksu Arıtma Tesisi Bakım-Onarım Maliyeti (TL)	Atıksu Arıtma Enerji Maliyeti (TL)
6	Toplam Debimetre Sayısı (adet)	Tamiri Yapılan Rapor Edilen İçmesuyu Arıza Sayısı (adet)	İdari Kayıp Hacmi (m3/yıl)	Akustik Yöntemler ile Tespit Edilen Potansiyel Sızıntı Sayısı (adet)	Kalibrasyon ve Test Yapılan Sayaç Sayısı	CBS Veritabanına Aktarılan İçmesuyu Şebeke Uzunluğu (km/yıl)	Atıksu Yönetimi Çalışan Personel Sayısı (adet)	Atıksu Şebeke Bakım-Temizlik Yapılan Ekip Sayısı (adet)	Atıksu Arıtma Yönetimi için Teknik ve İşletme Eğitim Saati (saat)	Atıksu Arıtma Yönetimi için Teknik ve İşletme Eğitim Saati (saat)	Atıksu Arıtma Enerji Maliyeti (TL)
7	Basınçölçer Sayısı (adet)	Toplam Araç Sayısı (adet)	Yasal Faturalandırılmamış Ölçülmüş Hacim (m3/yıl)	Akustik Yöntemler ile Tespit Edilen Onarılan Toplam Sızıntı Sayısı (adet)	Sayaç Hata Oranı (%)	Sızıntı Tespit ve Onarım Teknik Ekip Sayısı (adet)	Atıksu Hizmeti Verilen Nüfus (kişi)	Temizlik Yapılan Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Uygun Analiz Sayısı (adet)	Enerji Verimliliği Uygulanan Atık Su Arıtma Tesisi Sayısı (adet)	Toplam İşletme Geliri (TL)

Tablo 4.5 Veri matrisi ana kategoriler ve orta seviye bileşenler

	İçme Suyu Şebeke Temel Veri (V1)	İçme Suyu ve Atık Su Şebeke Arıza Yönetimi(V2)	Su Dengesi Yönetimi(V3)	Fiziki Kayıp Yönetimi(V4)	Abone veldari Kayıp Yönetimi(V5)	İçme Suyu Şebeke Yönetimi(V6)	Atık Su Yönetimi Temel Veri(V7)	Atık Su Şebeke Yönetimi(V8)	Atık Su Arıtma Yönetimi(V9)	Su Kaynağı Personel ve Enerji Yönetimi(V10)	Finansal ve Ekonomik Yönetim(V11)
8	CBS Veritabanı Olan ve Yeri Bilinen Vana Sayısı (adet)	İçmesuyu Arızalarına Ortalama Müdahale Süresi (Saat)	Depolardan Kaynaklanan Sızıntı Hacmi (m3/yıl)	Basınç Yönetimi Uygulanması Gereken Toplam Bölge Sayısı	Yasal Faturalandırılmamış Kullanıcı Sayısı (adet)	Bakım-Denetim Yapılan Vana Sayısı (adet)	Toplam Atıksu Hacmi (m3/yıl)	Bakım ve Kontrolü Yapılan Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (km)	Bakım ve Kontrolü Yapılan Atık Su Tesisi Arıtma Sayısı (adet)	Toplam Elektrik Tüketimi (kWsaat)	Toplam Gider (TL)
9	Ortalama İşletme Basıncı (m)	Atıksu Arızalarına Ortalama Müdahale Süresi (Saat)	Yasal Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Hacim (m3/yıl)	Basınç Yönetimi Uygulanan Bölge Sayısı	10 Yaş Üzeri Savaş Sayısı (adet)	Değiştirilen Vana Sayısı (adet)	Yağmursuyu İzgara/Mazgal Sayısı (adet)	Bakım-Denetim Yapılan Baca Sayısı (adet)	Endüstriyel Atık Üreten Tesis Sayısı (adet)	Atıksu Arıtma Tesislerinde Tüketilen Elektrik Enerjisi (kWsaat)	İçme Suyu Şebeke Yenileme Maliyeti (TL)
10	İçmesuyu Servis Bağlantı Sayısı (adet)	İçmesuyu Vana arıza sayısı (adet)	Hatalardan Kaynaklanan Kayıp Hacmi (m3/yıl)	Basınç Yönetimi Uygulanan Şebeke Uzunluğu	Toplam Savaş Sayısı (adet)	Yenilenen Şebeke Uzunluğu (km)	İş Kazası Sayısı (adet)	Bakım-Denetim Yapılan İzgara/Mazgal Sayısı (adet)	Endüstriyel Atık Üreten Tesislere Yapılan Denetim Sayısı (adet)	Su Üretimi ve İsale Hatlarında Tüketilen Elektrik Enerjisi (kWsaat)	Arıtma Çamurlarının Bertaraf Edilmesi Maliyeti (TL)
11	Su Kesintisinden Etkilenen Nüfus (kişi)	İçmesuyu Şebeke Yenilenen Bölgelerde Yenilemeden Önceki Arıza Sayısı (adet)	Savaş Değiştirilen Bölgelerde Kayıp Hacmi (m3/yıl)	İzole Bölgelerde Sisteme Kazandırılan Toplam Sızıntı Hacmi	Değiştirilmesi Gereken Savaş Sayısı (adet)	Bakım-Denetim Yapılan Şebeke Ana Hat Uzunluğu (km)	Toplam Atıksu Şikâyet Sayısı (adet)	Yükseltilen veya Onarulan Muayane Baca Sayısı (adet)	Atık Su Arıtma Tesisinde Oluşan Çamur Miktarı (ton)	İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Tüketilen Elektrik Enerjisi (kWsaat)	Toplam Gelir Getirmeyen Su Maliyeti (TL)
12	Düşük Basınç Şikâyet Sayısı (adet)	İçmesuyu Şebeke Yenilenen Bölgelerde Yenilemeden Sonra Arıza Sayısı (adet)	İsale hatları ve içmesuyu arıtma tesislerindeki kayıp hacmi (m3/yıl)	Basınç Yönetimi ile Tespit Edilen Sızıntı Hacmi	Yasal Faturalandırılmayan Tüketiciler için Takılan Savaş Sayısı (adet)	Değiştirilen Servis Bağlantı Sayısı (adet)	Yaralanmalı İş Kazası Sayısı (adet)	Yenilenen Abone Bağlantı Sayısı (adet)	Nihai Çamur Miktarı (ton)	İçmesuyu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Miktarı (kWsaat)	Atıksu Şebeke Yenileme Maliyeti (TL)
13	Toplam İçmesuyu Şikâyet Sayısı (adet)	Atıksu Şebeke Yenilenen Bölgelerde Yenilemeden Önceki Arıza Sayısı (adet)	Kaçak Kullanım (Yasal Olmayan) Hacmi (m3/yıl)	Akustik Yöntem ile Tespit Edilen Onarılan Tespit edilen Servis Bağlantı Sızıntı Sayısı (adet)	10 Yaş Üzeri olup Değiştirilen Savaş Sayısı (adet)	Yönetmeliği Sağlamayan Su Kalitesi Test Sayısı (adet)	Ölümlü Sonuçlanan İş Kazası Sayısı (adet)	Yenilenen Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Bertaraf Edilen Çamur Miktarı (ton)	Atıksu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Miktarı (kWsaat)	İçmesuyu Şebeke Yönetimi Toplam Maliyeti (TL)
14	Toplam İçmesuyu Kesinti Sayısı (adet)	Atıksu Şebeke Yenilenen Bölgelerde Yenilemeden Sonra Arıza Sayısı (adet)	Site vb. yerler için Kontrol Sayacı ile Tespit Edilen Kayıp Hacmi (m3/yıl)	Akustik Yöntem ile Tespit Edilen Onarılan Sızıntı Hacmi	Yasadışı Kullanımlar İçin Halkın Bilinçlendirilmesi Faaliyet Sayısı (adet)	Bakım-Denetim Yapılan Depo Sayısı (adet)	Atıksu Pompa Sayısı (adet)	Arıza Yoğunluğuna Göre Değiştirilmesi Gereken Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Kullanılan Polielektrolit Miktarı (kg)	Takip Edilen ve İzlenen Araç Sayısı (adet)	Atıksu Şebeke Yönetimi Toplam Maliyeti (TL)

Tablo 4.6 Veri matrisi ana kategoriler ve ileri seviye bileşenler

	İçme Suyu Şebeke Temel Veri (V1)	İçme Suyu ve Atık Su Şebeke Arıza Yönetimi(V2)	Su Dengesi Yönetimi(V3)	Fiziki Kayıp Yönetimi(V4)	Abone ve İdari Kayıp Yönetimi(V5)	İçme Suyu Şebeke Yönetimi(V6)	Atık Su Yönetimi Temel Veri(V7)	Atık Su Şebeke Yönetimi(V8)	Atık Su Arıtma Yönetimi(V9)	Su Kaynağı Personel ve Enerji Yönetimi(V10)	Finansal ve Ekonomik Yönetim(V11)
15	İçmesuyu Kalitesi için Yapılan Test sayısı (adet)	Arıza Yoğunluğuna Göre Değiştirilmesi Gereken Şebeke Uzunluğu (km)	Özel Mülkreli Servis Bağlantılarında Meydana Gelen Sızıntı Hacmi (m ³ /yıl)	Varlık Yönetimine Entegre Edilmiş İzlenen Şebeke Uzunluğu (km)	İdare Tarafından Yeni Takılan Abone Sayı (adet)	Bakım-Denetim Yapılan İzale Hat Uzunluğu (km)	Yağmursuyu Tıkanma/Geri Tepme/Göllenme/Su Basma Sayısı (adet)	Hidrolik Hesaplı Yapılan Atık Su Şebeke Uzunluğu (km)	Atık Su Arıtma Tesisinde By-Pass Edilen Atık Su Miktarı (m ³ /yıl)	Yenilenebilir Enerji Üretim Potansiyeli (kWsaat/yıl)	Atıksu Arıtma Toplam Maliyeti (TL)
16	Toplam Servis Bağlantı Uzunluğu (km)	Basınç Yönetimi Uygulanan Bölgede Azalan Arıza Sayısı (adet)	Rapor Edilen Şebeke ve Servis Bağlantı Sızıntı Hacmi (m ³ /yıl)	Hidrolik Model ile Tespit Edilen Sızıntı Hacmi (m ³ /yıl)	Büyük ve Özel Tüketimli Toplam Abone Sayısı (adet)	Hidrolik Model ile İzlenen Bölge Sayısı (adet)	Bakım ve Kontrolü Yapılan Atıksu Pompa Sayısı (adet)	Hidrolik Hesaplı Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (km)	Atıksu Arıtma Tesisinde Sulaama Amaçlı Geri Kullanılan Su Hacmi (m ³ /yıl)	İçmesuyu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Denetim Sayısı (adet)	Yağmursuyu ve Atıksu Geri Tepme, Su Basması, Göllenme Maliyeti (TL)
17	Kalibrasyon Yapılan Basınçölçer Sayısı (adet)	Rapor Edilmeyen İçmesuyu Servis Bağlantı Arıza Sayısı (adet)	Rapor Edilmeyen (Şebeke+Servis Bağlantı) Sızıntı Hacmi (m ³ /yıl)	Bölgesel Gürlütlü Kaydedici-Korelatör ile Tespit Edilen Sızıntı Hacmi (m ³ /yıl)	Uzaktan Okunan Büyük ve Özel Tüketimli Abone Sayısı	Hidrolik Model ile İzlenen Şebeke Uzunluğu (km)	Varlık Yönetimi Esas Alınarak Değiştirilen Atıksu Pompa Sayısı (adet)	Hidrolik Modele Göre Değiştirilmesi Gereken Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Arıtma Çamurlarının Bertaraf Edilmesi Sonucu Elde Edilen Enerji (kWsaat/yıl)	Atıksu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Denetim Sayısı (adet)	İçmesuyu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Geliri (TL)
18	Kalibrasyon Yapılan Debimetre Sayısı (adet)	Rapor Edilmeyen İçmesuyu Şebeke Arıza Sayısı (adet)	Gerçek Zamanlı Sistem ile Tespit Edilen Sızıntı Hacmi (m ³ /yıl)	Ekonomik Kaçak Seviyesi Analiz Edilen Bölge Sayısı (adet)	Kaçak Bağlantı Denetim Sayısı (adet)	Hidrolik Modeli Yapılmış Kalibre Edilmiş Şebeke Uzunluğu (km)	Varlık Yönetimi Esas Alınarak Değiştirilen Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Hidrolik Modele Göre Yenilenen Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Biyogaz yakılması ve atıksu çamur bertarafı ile üretilebilecek enerji miktarı	İçmesuyu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Denetim Sayısı (adet)	Atıksu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Geliri (TL)
19	Bakım ve Kontrolü Yapılan İçmesuyu Pompa Sayısı (adet)	Değiştirilen (lokal) Toplam Şebeke Uzunluğu (km)	Bileşen Analizine Göre Fiziki Kayıp Hacmi Hesaplanan ve Su Dengesi İzlenen İzole Bölge Sayısı	İçmesuyu Master Planına Göre Değiştirilen Şebeke Uzunluğu (km)	Toplam Rapor Edilen-Sahada Bulunan Kaçak Bağlantı Sayısı (adet)	Hidrolik Modeli Yapılmış Kalibre Edilmiş İzole Bölge Sayısı (adet)	Atıksu Sistemine Gelen Sızıntı ve Yağmursuyu Hat Hacmi (m ³ /yıl)	Taşkın Riski veya Kapasitesi Yetersiz Yağmursuyu Hat Uzunluğu (km)	Üretilen Biyogaz Miktarı (m ³ /yıl)	İçmesuyu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Denetimlerinde Tespit Edilen Eksiklik Sayısı	Gelir Getirmeyen Suyu Ölçme Faaliyetleri Toplam Maliyeti (TL)
20	Varlık Yönetimi Esas Alınarak Değiştirilen Pompa Sayısı (adet)	Varlık Yönetimi Esas Alınarak Değiştirilen Şebeke Uzunluğu (km)	Minimum Gece Debisi Analizine Göre Fiziki Kayıp Hacmi Hesaplanan ve Su Dengesi İzlenen İzole Bölge Sayısı (adet)	CBS tabanlı Entegre Su Kayıp Yönetim Sistemi ile İzlenen İzole Bölge Sayısı (adet)	Tespit Edilen-Doğrulan-Abone Yapılan Müdahale Edilen Kaçak Bağlantı Sayısı	Bölgesel Gürlütlü Kaydedici-Korelatör ile İzlenen İzole Bölge Sayısı	Atıksu Master Planına Göre Yapılması Gereken Şebeke Uzunluğu (km)	Atıksu Master Planına Göre Değiştirilen/yenilenen Şebeke Uzunluğu (km)	Geri Kazanılan Biyokütle (m ³ /yıl)	Atıksu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Denetimlerinde Tespit Edilen Eksiklik Sayısı (adet)	Gelir Getirmeyen Suyu Ölçme Faaliyetleri Toplam Kazanımı (TL)
21	Kaynaklı Potansiyel Olarak Alınabilecek Su Hacmi (m ³ /yıl)	Varlık Yönetimi Esas Alınarak Değiştirilen Vana Sayısı (adet)	CBS Tabanlı Su Dengesi Doldurulan ve İzlenen İzole Bölge Sayısı (adet)	Gerçek Zamanlı Sistem ile İzlenen Şebeke Uzunluğu (km)	Uzaktan Okunan Konut veya Ticari Abone Sayısı (adet)	Bölgesel Gürlütlü Kaydedici-Korelatör ile İzlenen Şebeke Uzunluğu (km)	Yağmursuyu Master Planına Göre Yapılması Gereken Şebeke Uzunluğu (km)	Yağmursuyu Master Planına Göre Değiştirilen/yenilenen Şebeke Uzunluğu (km)	Biyogaz Yakılması ile Üretilen Elektrik Miktarı + Arıtma Çamurlarının Bertaraf Edilmesi Sonucu Elde Edilen Enerji Geliri	Atıksu Arıtma İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Denetimlerinde Tespit Edilen Eksiklik Sayısı	Biyogaz Yakılması ile Üretilen Elektrik Miktarı + Arıtma Çamurlarının Bertaraf Edilmesi Sonucu Elde Edilen Enerji Geliri

4.3. HEDEF Matrisi

Geliştirilen modelde MDA bileşenlerinin puanlandırma sonuçlarına göre zayıf yönler belirlenmektedir. Ayrıca, veri kalitesine göre PADS'ta hesaplanmayan göstergeler zayıf yönleri oluşturmaktadır. Benzer şekilde PADS'ta hesaplanan göstergelerden performansı düşük olanlar yine zayıf yönleri oluşturmaktadır. Böylece idarenin mevcut durumu ve performansına göre zayıf yönler tespit edilmektedir. Geliştirilen modelde öncelikle bu zayıf yönler için uygun, uygulanabilir ve kademeli hedefler tanımlanmaktadır. MDA'ta bileşenlerin aldığı puanlar esas alınarak tanımlanan hedefler PUANLAR bölümünde sunulmuştur.

4.4.YÖNTEM Matrisi

Bu çalışmada önerilen modelde son aşama zayıf yönlerin iyileştirilmesi için yöntem öneren YÖNTEM matrisidir. Önceki aşamalarda yer alan sistemlerde (MDA, VERİ, PADS ve HEDEF) analiz ve değerlendirme sonuçları, puanlandırmalar, performans göstergeleri ve hedefler dikkate alınarak süreçlerin iyileştirilmesinde en uygun stratejinin ve yöntemin önerileceği bir sistem geliştirilmiştir. Diğer sistemlerde olduğu gibi YÖNTEM sisteminde de bileşenler temel, orta ve ileri seviye şeklinde sınıflandırılmıştır.

YÖNTEM, temel olarak 11 ana kategoride toplam 231 bileşenden oluşmaktadır (Tablo 4.7, 4.8, 4.9). Bu ana başlıklar ve bileşenler, idarelerde su ve atık su faaliyetlerini kapsayacak şekilde tanımlanmıştır. YÖNTEM matrisi temel olarak şu ana başlıkları içermektedir;

- Kurumsal Yapı
- İçme Suyu Şebeke Yönetimi
- Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları
- Su Dengesi Yönetimi
- Fiziki Kayıp Yönetimi
- Abone ve İdari Kayıp Yönetimi
- Atık Su Şebeke Yönetimi
- Atık Su Arıtma Yönetimi
- Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi
- Finansal ve Ekonomik Yönetim, Verimlilik ve Performans İzleme

Tablo 4.7 Yöntem matrisi ana kategoriler ve temel seviye bileşenler

Kurumsal Yapı(D1)	İçmesuyu Şebeke Yönetimi(D2)	Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları(D3)	Su Dengesi Yönetimi(D4)	Fiziki Kayıp Yönetimi(D5)	Abone ve İdari Kayıp Yönetimi(D6)	Atıksu Şebeke Yönetimi(D7)	Atıksu Artırma Yönetimi(D8)	Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi(D9)	Finansal ve Ekonomik Yönetim(D10)	Verimlilik ve Performans İzleme(D11)
1	Su ve Atıksu Yönetiminde Organizasyon Yapısının ve Birimler arası Koordinasyonun Oluşturulması	Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları(D3)	Su Dengesinin Hesaplanması için Yol Haritasının ve Planının Oluşturulması	Fiziki Kayıplara Etki Eden Faktörlerin Analizi ve Önleyici Tedbir Programının Oluşturulması	ABYS'de Güncel Abone Sayısı için Saha Kontrollerinin ve Güncellemelerin Yapılması	Yıllık Toplanan Atıksu Hacmi Düzenele Ölçülmesi ve İzlenmesi	Atıksu Artırma Tesisi Yapımı için Teknik-Ekonomik ve Mevzuat Çerçevesinde Standartların Oluşturulması	Tüm Tesislerde Enerji Tüketimi İzleme ve Yönetim Politasının Geliştirilmesi ve Uygulanması	Su Üretim (İçmesuyu Artırma dâhil) Maliyetinin Hesaplanması için Analiz Standartlarının Oluşturulması	Sürdürülebilir Performans İzleme Sisteminin Oluşturulması ve Bilgi Sistemleri ile Entegrasyonunun Sağlanması
2	Kurum Üst Yönetiminin Su ve Atıksu Yönetimi Faaliyetlerine Destek Sağlanması	Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları(D3)	Yasal Faturalandırılan Tüketimlerin (Tahakkuk) Sahada Düzenele Ölçülmesi ve İzlenmesi	Sızıntı Yeri Tespiti için Stratejik Planın ve Uygulama Programının Oluşturulması	İdari Kayıplara Etki Eden Faktörler için Analiz Standartlarının Oluşturulması ve Yapılması	CBS Atıksu Şebeke Hattı Planının ve Veritabanının Oluşturulması ve Sürekli Güncellenmesi	Atıksu Artırma Tesislerinde İşletme Planının Oluşturulması ve Tanel Bileşenlerin İzlenmesi	Atıksu Artırma Tesislerinde Enerji Tüketimi İzleme ve Yönetim Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	İçmesuyu Şebeke Bakım-Onarım Maliyeti için Analiz Standartlarının Oluşturulması	CBS Veri Güncelleme ve Doğrulama Faaliyetleri için Denetleme Planının Oluşturulması ve İzlenmesi
3	Kurumda Su kayıp Yönetim Organizasyonunun ve Koordinasyonun Sağlanması	Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları(D3)	Yasal Ölçülmemiş-Faturalandırılmış Tüketimler: Okuma Verimliliğinin Artırılması ve Bu Bileşenin Azaltılması	Aktif Kaçak Kontrolü Programının ve Stratejisinin Geliştirilmesi ve Sahada Uygulanması	İdari Kayıpların Azaltılması ve Yönetilmesi için Stratejik Planın Geliştirilmesi	CBS Yağmursuyu Şebeke Hattı Planının ve Veritabanının Oluşturulması ve Sürekli Güncellenmesi	Atıksu Artırma Tesislerinin SCADA Sisteminin Kurulması, Veritabanı Oluşturulması ve Sürekli İzlenmesi	İçmesuyu Üretimi, Artırma ve İsale Hatlarında Enerji Tüketimi İzleme ve Yönetim Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Atıksu Şebeke Bakım-Onarım Maliyeti için Analiz Standartlarının Oluşturulması	Faturalama, Tahsilat İzleme ve Doğruluk/Verimlilik Analizi Standartlarının Tanımlanması ve Sistematik Analizin Oluşturulması
4	Su (Kayıp) Yönetimi için Birim ve Ekip Oluşturulması	Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları(D3)	Su Dengesi için Fiziki Kayıp Bileşenlerinin Sistematik Ölçülmesi ve İzlenmesi için Planlama Yapılması ve Program Oluşturulması	İzole Bölge Oluşturma Stratejisinin ve Planının Geliştirilmesi ve Sahada Uygulanması	Okullarda ve Kamu Binalarında Tüketimlerin İzlenmesi ve Savaşların Kontrolünün Sağlanması	CBS Atıksu Abone Bağlantı Veritabanının Oluşturulması ve Sürekli Güncellenmesi	Kurum Üst Yönetiminin Atıksu Artırma Yönetim Faaliyetlerine Destek Sağlanması	İçmesuyu Şebeke Yönetiminde Personel Planlama ve Verimlilik Yönetiminin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Atıksu Artırma Arıza Bakım-Onarım Maliyeti için Analizi ve İzlenmesi için Standartların Oluşturulması	Tahsilat Yapılan Aboneelerin ve Hacimlerin İzlenmesi ve Analizi için Standart Oluşturulması
5	Vanaların Sahada Belirlenmesi için Sistematik Programın Oluşturulması ve Düzenele Uygulanması	Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları(D3)	Su Dengesi için İdari Kayıp Bileşenlerinin Sistematik Ölçülmesi ve İzlenmesi için Planlama Yapılması ve Program Oluşturulması	Minimum Gece Debisi Analizi için Stratejik Planın Geliştirilmesi ve Uygulanması	Abone Okuma ekiplerinin Kontrolü ve Verimliliğinin iyileştirilmesi için program oluşturulması ve izlenmesi	CBS Muayene Baca Veritabanının Oluşturulması ve Sürekli Güncellenmesi	Personelin Atıksu Artırma Yönetimi Sağlanması için Faaliyetlerin Planlanması ve Uygulanması	Atıksu Şebeke Yönetiminde Personel Planlama ve Verimlilik Yönetiminin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Atıksu Artırma Enerji Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi için Standartların Oluşturulması	İçmesuyu Tesislerinde Enerji Verimliliği Programının Oluşturulması ve İzlenmesi için Standart Oluşturulması

6	Karar verici ve Teknik Personelin Su Kayıp Yönetimi Farkındalığının Sağlanması için Seminer ve Bilgilendirme Toplantılarının Yapılması	Bölgeler için AZP Tanımlanması ve Basıncın Düzenli İzlenmesi	CBS Tabanlı Atıksu Sisteminin Oluşturulması	GGS ve Bileşenleri için Uygun Göstergelerin Belirlenmesi, Analizi ve İzlenmesinin Sağlanması	Arıza Onarım Hızı ve Süresinin İyileştirilmesi Planının Oluşturulması (Ekip, Ekipman ve Çağrı Merkezi)	ABYS'de Güncel Sayaç Bilgileri için Sahada Kontrolörlerin Kalibrasyonunun Yapılması	CBS Parcel Baca Veritabanının Oluşturulması ve Sürekli Güncellenmesi	Atıksu Arıtma Yönetimi için Birim ve Ekip Oluşturulması	Atıksu Arıtma Yönetiminde Personel Planlama ve Verimlilik Yönetiminin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Toplam İşletme Gelirinin Analizi ve İzlenmesi için Standart Oluşturulması	Atıksu Tesislerinde Enerji Verimliliği Programının Oluşturulması ve İzlenmesi için Standart Oluşturulması
7	Su Kayıp Yönetiminde Deneyimin Sağlanması için Faaliyetlerin Planlanması (Pilot Çalışmalar, İyi Uygulamaya Sahip Kurum Ziyaretleri)	İçmesuyu Şebeke İnşaatlarının Kontrol Faaliyetlerinin İzlenmesi	CBS Tabanlı Yağmursuyu Sisteminin Oluşturulması	Su Dengesi ile Sistemin Sistemik İzlenmesi ve Performans Değişiminin Analiz Edilmesi	Sızıntı Tespit ve Onarım Kapasitesinin (Ekip, Cihaz, Tecrübe) Geliştirilmesi	Sayaç Hata Oranlarının Sistemik Belirlenmesi için Plan Oluşturulması	Atıksu Şebeke İnşaatlarının Kontrol Uygulamalarının Gerçekleştirilmesi	Atıksu Arıtma Kurumun ve Personelin Teknik Yetenek Seviyesinin İyileştirilmesi için Deneyim ve Teknik Kapasite Geliştirme Faaliyetlerinin Düzenlenmesi	Şebeke İmalatları için İş ve İşçi Güvenliği Eğitim Faaliyetlerinin Planlanması ve Uygulanması	İçmesuyu Şebeke İşletme Verimliliğinin Analiz Edilmesi ve İzlenmesi için Standart Oluşturulması	Su Tüketimi ve Kaynak Verimliliğinin İzlenmesi için Standart Oluşturulması

Tablo 4.8 Yöntem matrisi ana kategoriler ve orta seviye bileşenler

	Kurumsal Yapı(D1)	İçmesuyu Şebeke Yönetimi(D2)	Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları(D3)	Su Dengesi Yönetimi(D4)	Fiziki Kayıp Yönetimi(D5)	Abone ve İdari Kayıp Yönetimi(D6)	Atıksu Şebeke Yönetimi(D7)	Atıksu Arıtma Yönetimi(D8)	Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi(D9)	Finansal ve Ekonomik Yönetim(D10)	Verimlilik ve Performans İzleme(D11)
8	Su Kayıp Yönetimi için Teknik Personel Sayı ve Niteliğinin İyileştirilmesi	Şebeke Bakım-Onarım-Kontrol Programının Oluşturulması ve İzlenmesi	Çağrı Merkezi Sisteminin Kurulması ve Diğer Sistemlerle Entegrasyonunun Sağlanması	Faturalandırılmamış -Ölçülmemiş (Hidramt, İfaiye, Park-Peyzaj, İbadethane) Kullanılmalarının İzlenmesi	İsale Hatları ve İçmesuyu Arıtma Tesislerinde Sızıntı Yönetimi ve Önlenmesi ve Stratejisinin Geliştirilmesi	Abone Savaş Tercih (Boyut-Sınıf) için Yazılı Teknik Şartname ve Kılavuz Oluşturulması	Yağmursuyu İzgara Bakım ve Temizlik Programının Oluşturulması ve İzlenmesi	Atıksu Arıtma Tesisleri için Bakım ve Kontrol Programının Oluşturulması ve İzlenmesi	İçmesuyu Tesislerinde Yenilenebilir Enerji Üretim Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	İçme Suyu Şebeke Yenileme Maliyetinin ve Faydanın Analizi ve İzlenmesi	Fiziki Kayıp Performans Göstergelerinin İzlenmesi
9	Kurumun Su Kayıp Yönetimi Açısından Teknik (Ekipman) Altyapısını İyileştirme Programının Oluşturulması	İçmesuyu Kalite İzleme ve Denetimi Politikasının Oluşturulması ve Uygulanması	Su Kayıp Yönetimi Veritabanı (SCADA Suyun Dağıtılması) Oluşturulması	Yasal Ölçülmüş Faturalandırılmamış (Hidramt, İfaiye, Park-Peyzaj, İbadethane) Kullanılmalarının İzlenmesi	Arızalara Etki Eden Faktörlerin Analizi ve Öleyici Tedbir Programının Oluşturulması	Ücretini Ödemeyen Aboneler: Tespit, İzleme, Kesme Stratejisi ve Yol Haritasının Oluşturulması	Abone Atıksu Şikâyet Verilerinin Tutulması ve Analizi Programının Oluşturulması	Endüstriyel Atık Üreten Tesislerin İzlenmesi ve Denetimi için Program Oluşturulması ve İzlenmesi	Atıksu Tesislerinde Yenilenebilir Enerji Üretim Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Atıksu Şebeke Yenileme Maliyetinin ve Faydanın Analizi ve İzlenmesi	İdari Kayıp Performans Göstergelerinin İzlenmesi
10	Su Kayıp Yönetimi Personelinin Teknik Eğitim-Destek ve Kapasite Geliştirme Faaliyetlerinin Düzenlenmesi	Abone İçmesuyu Şikâyet Verilerinin Tutulması ve Analizi	İçmesuyu Arıza Yönetim Sisteminin (CBS ileEntegre) Oluşturulması ve Verilerin Düzenli İzlenmesi	Savaş Hatalarından Kaynaklanan Kayıpların Saha Verilerine Göre Yıllık Belirlenmesi	Basınç,-Debi-Sızıntı-Arıza Analizi için Standart Oluşturulması ve Uygulanması	Yasal-Ölçülmüş Faturalandırılmamış Tüketimlerin Belirlenmesi için Savaş Takılması ve İzlenmesi Stratejisinin Geliştirilmesi	Ayrık Sistem Planlama ve Uygulama Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Atıksu Arıtma Tesislerinde Kullanılan Ekipmanların Ekipmanların Yönetilmesi, Alt Yapı Geliştirme ve Yenileme Politikasının Geliştirilmesi ve Uygulanması	İçmesuyu Teknik Personeli için Teknik ve Hidrolik Eğitim Faaliyetlerinin Planlanması ve Uygulanması	İçmesuyu Şebeke Yönetim Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Basınç Yönetimi Uygulamalarının İzlenmesi
11	Su Kayıp Yönetimi Bileşenlerinin Yönetilmesi için Yol Haritasının Oluşturulması	CBS tabanlı su kesinti planlarının ve ekti alanı analizi altlığının oluşturulması	Atıksu Arıza Yönetim Sisteminin (CBS ileEntegre) Oluşturulması ve Verilerin Düzenli İzlenmesi	Dağıtım Sistemindeki (Şebeke ve Servis Bağlantıları) Sızıntıların Saha Verilerine Göre Belirlenmesi ve İzlenmesi	Depolarda Sızıntı Yönetimi ve Önlenmesine Yönelik Saha Çalışmalarının Yapılması	Abone Savaşları için Kalibrasyon ve Test Standartının ve Planının Oluşturulması	Atıksu Şebeke Sayısallaştırma ve Veri Güncelleme Programının Geliştirilmesi ve Uygulanması	Atık Su Arıtma Tesisinde Laboratuvar Oluşturulması ve Kalibrasyon Sürecinin Gerçekleştirilmesi	Teknik Personeli için Teknik ve Hidrolik Eğitim Faaliyetlerinin Planlanması ve Uygulanması	Atıksu Arıtma Yönetim Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	İzole Bölge Uygulamaları için Performans Analizi (Aktif Kaçak Kontrolü, Gece debisi, Sızıntı Tespit) ve İzlenmesi
12	Atıksu Sistem Bileşenlerinin Yönetilmesi için Yol Haritasının Oluşturulması	İçmesuyu Şebeke Sayısallaştırma ve Veri Güncelleme Programının Geliştirilmesi ve Uygulanması	Savaş Yönetimi Veri Tabanı (CBS ile Entegre) Oluşturulması ve Verilerin Düzenli İzlenmesi	Depolarda Meydana Gelen Sızıntıların Saha Verilerine Göre Belirlenmesi ve İzlenmesi	Basınç Yönetimi Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulama Esaslarının Belirlenmesi	Yasal Faturalandırılmamış Kullanılmamış Azaltılması için Strateji ve Önlemlerin Geliştirilmesi	CBS Tabanlı Atıksu Şebeke ve Baca-Bakım-Temizlik Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Atıksu Arıtma Bileşenlerinin Yönetilmesi için Yol Haritasının Oluşturulması	Teknik Personeli için Teknik ve Hidrolik Eğitim Faaliyetlerinin Planlanması ve Uygulanması	Atıksu Şebeke Yönetim Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	İçmesuyu Şebeke Arıza Olan Değişimi için Göstergelerin Tanımlanması, Analiz ve Değerlendirme Yapısının Oluşturulması ve İzlenmesi

13	Su Kayıp Yönetiminde Süreç-Hedefler-Programlar-Fayda/Maliyet Kapsamında Raporlama Standartlarının Oluşturulması	Vana Bakım-Onarım-Kontrol Programının Oluşturulması ve İzlenmesi	CBS Tabanlı İzgara/Mazgal Yönetim Sisteminin Oluşturulması ve Verilerin Düzenli İzlenmesi	İsale Hatları ve İçmesuyu Arıtma Tesislerinde Meydana Gelen Sızıntılar için Saha Verilerine Göre Belirlenmesi ve İzlenmesi	Su Dengesi Tablosuna Göre Öncelikli Azaltılması-Kontrol Edilmesi Gereken Bileşenlerin Analizi ve Planının Oluşturulması	Arıza ve Sızıntı Yoğunluğuna göre CBS Tabanlı Risk Analizi ve Ekonomik Ömür Modelinin Geliştirilmesi	Yasal Olmayan/Kaçak Kullanımlar için Halkın Bilinçlendirilmesi ve Program Oluşturulması	Atıksu Şebeke Yenileme Stratejisinin Geliştirilmesi ve İzlenmesi	Atıksu Şebeke Arızaların Üzerinde Etkili Faktörlerin Analizi ve Önleyici Tedbir Programının Oluşturulması	Atık Su Arıtma Tesislerinde Çevre Düzenlemesi/Peyzaj Uygulama Stratejisi Geliştirilmesi	İçmesuyu-Atıksu Arıtma-Yatırım Dairelerinin Yıllık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi	İdari Kayıpların ve Faturalandırılmamış İş Yasal Kullanımların Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Fiziki Kayıpların Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Kurumdaki Araçların ve Tüketimlerin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi	Atıksu Şebeke Arıza Oranı Değişimini İçin Göstergelerin Tanımlanması, Analiz ve Değerlendirme Yapisının Oluşturulması ve İzlenmesi	Atıksu Arıtma Tesisi İşletme Performansının Analizi ve İzlenmesi
14	Atıksu Şebeke Yönetiminde Süreç-Hedefler-Programlar-Fayda/Maliyet Kapsamında Raporlama Standartlarının Oluşturulması	Terfi ve Pompa Bakım-Onarım Programının Oluşturulması ve Uygulanması	CBS Tabanlı Vana Yönetim Sisteminin Oluşturulması ve Verilerin Düzenli İzlenmesi	Su Dengesi Tablosuna Göre Öncelikli Azaltılması-Kontrol Edilmesi Gereken Bileşenlerin Analizi ve Planının Oluşturulması	Arıza ve Sızıntı Yoğunluğuna göre CBS Tabanlı Risk Analizi ve Ekonomik Ömür Modelinin Geliştirilmesi	Yasal Olmayan/Kaçak Kullanımlar için Halkın Bilinçlendirilmesi ve Program Oluşturulması	Atıksu Şebeke Yenileme Stratejisinin Geliştirilmesi ve İzlenmesi	Atık Su Arıtma Tesislerinde Çevre Düzenlemesi/Peyzaj Uygulama Stratejisi Geliştirilmesi	İçmesuyu-Atıksu Arıtma-Yatırım Dairelerinin Yıllık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi	İdari Kayıpların ve Faturalandırılmamış İş Yasal Kullanımların Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Kurumdaki Araçların ve Tüketimlerin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi	Atıksu Arıtma Tesisi İşletme Performansının Analizi ve İzlenmesi	Fiziki Kayıpların Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Kurumdaki Araçların ve Tüketimlerin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi	Atıksu Şebeke Arıza Oranı Değişimini İçin Göstergelerin Tanımlanması, Analiz ve Değerlendirme Yapisının Oluşturulması ve İzlenmesi	Atıksu Arıtma Tesisi İşletme Performansının Analizi ve İzlenmesi

Tablo 4.9 Yöntem matrisi ana kategoriler ve ileri seviye bileşenler

15	Kurumsal Yapı(D1) Su Kayıp Yönetimi için Orta ve Uzun Vadeli Program-Plan Oluşturma-Bütçeleme	İçmesuyu Şebeke Yönetimi(D2) Özel mülkteki Toplam Servis Bağlantı Uzunluğu için CBS Veritabanının Oluşturulması ve Güncellenmesi	Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları(D3) İçmesuyu Yönetimi için Veritabanlarının Birbiri ile Entegrasyonunun (CBS-SCADA-ABYS-Arıza)	Su Dengesi Yönetimi(D4) Kaçak Kullanımdan Kaynaklı Kayıpların Saha Denetimlerine Göre Belirlenmesi	Fiziki Kayıp Yönetimi(D5) Hidrolik Model Tabanlı Sızıntı Tespit-İzleme Programının Geliştirilmesi ve İzlenmesi	Abone ve İdari Kayıp Yönetimi(D6) Ekonomik Analizi Esas Alan Savaşç Yenileme Stratejisinin Geliştirilmesi	Atıksu Şebeke Yönetimi(D7) Atıksu Arıza Yoğunluğuna göre CBS Tabanlı Risk Analizi ve Ekonomik Ömür Modelinin Oluşturulması	Atıksu Arıtma Yönetimi(D8) Atıksu Arıtma Tesisinde Oluşan Çamurların Bertaraf Edilmesi ve Yönetimi Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi(D9) Kurumda Gri Suların Yönetilmesi ve Yeniden Kullanım Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Finansal ve Ekonomik Yönetim(D10) Yağmursuyu ve Atıksu Geri Tepme/Su Basması/Göllenne Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Verimlilik ve Performans İzleme(D11) İçmesuyu Şebeke Yenileme Yapılan Bölgelerde Arıza ve Verimlilik Analizi ve İzlenmesi
16	Atıksu ve Yağmursuyu Yönetimi için Orta ve Uzun Vadeli Program-Plan Oluşturma-Bütçeleme	İçmesuyu Şebeke Yenileme Stratejisinin Geliştirilmesi ve İzlenmesi	Atıksu Yönetimi için Veritabanlarının Birbiri ile Entegrasyonunun (CBS-SCADA-Arıza)	Özel Mülkteki Servis Bağlantılarında Tespit Edilen Sızıntı Hacminin Belirlenmesi	Bölgesel Gürlüti Kaydedici ve Korelatör ile Sızıntı İzleme Programının Geliştirilmesi ve İzlenmesi	Yasal Faturalandırılma mış Abonelerin Uzakdan Okuma ile İzlenmesi ve Azaltılması	Atıksu Şebeke Hidrolik Modelinin oluşturulması ve CBS ile Entegrasyonunun Sağlanması	Atıksu Arıtma Tesislerinde Biyokütle Geri Kazanımı ve Enerji Üretim Planlamasının Yapılması ve Uygulanması	Su Talep Planlaması ve Kaynak Yönetim Stratejisinin Geliştirilmesi	İçmesuyu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Gelirinin ve Maliyetinin İzlenmesi ve Analizi	Atıksu Şebeke Yenileme Yapılan Bölgelerde Arıza ve Verimlilik Analizi ve İzlenmesi
17	Su ve Atıksu Yönetimi Programlarının Teknik ve Ekonomik Denetimi için Standart Oluşturulması	Şebeke Hidrolik Modelinin oluşturulması ve CBS ile Entegrasyonunun Sağlanması	Debitmetre ve Basınçölçer Kalibrasyon Testi ve Bakım Programının Oluşturulması ve Uygulanması	Minimum Gece Debisine göre Sızıntı Tahmini ve Su Dengesinin Oluşturulması (Aşağıdan Yukarı Yöntem)	Özel Mülkteki Servis Bağlantılarında Sızıntıların Ölçülmesi ve Yönetimi Stratejisinin Geliştirilmesi	Büyük Tüketimli Abonelerin Uzakdan Okunması-İzlenmesi	Atıksu Master Planının Oluşturulması	Atıksu Arıtma Tesislerinde Enerji Optimizasyonu Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Kurumda Yağmursuyu Hasadı (Bimada ve Havzada) Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Atıksu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Gelirinin ve Maliyetinin İzlenmesi ve Analizi	Yağmursuyu Şebekesinin Performansının (Kapasite, Taşkın, Geri tepme) İzlenmesi
18	Su Kayıp Yönetimi Açısından Mevcut Durum Analizi /Değerlendirme Standartının Oluşturulması	İçmesuyu Master Planının Oluşturulması	Veri Doğrulama-İyileştirme-Kontrol Stratejisinin Oluşturulması	CBS Tabanlı Su Dengesi Analizi (Bilgi Sistemlerinin Entegrasyonunun Sağlanması ve Analiz)	Gerçek Zamanlı İçmesuyu İzleme Sisteminin Oluşturulması ve Uygulanması	Kaçak Bağlantılar ile Mücadele için Denetim Politikasının Geliştirilmesi	Yağmursuyu Master Planı ve Taşkın Risk Analizinin Gerçekleştirilmesi	Arıtılan Atıksuların Geri Kullanım Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Enerji Tüketim-Talep Planlaması ve Kaynak Yönetim Stratejisinin Geliştirilmesi	Fiziki Kayıpları Ölçme Faaliyetlerinin Maliyetlerinin ve Ekonomik Kazanımlarının Analizi ve İzlenmesi	Atıksu Yönetimi için Performans Değerlendirme (Bencmarking) Göstergelerinin Analizi ve İzlenmesi
19	Yağmursuyu Yönetimi Açısından Mevcut Durum Analizi /Değerlendirme Standartının Oluşturulması	İçmesuyu Sistem için Varlık Yönetimi Modelinin Oluşturulması	Entegre Kentsel Su ve Atıksu Yönetim Modelinin Oluşturulması	Arıza ve Sızıntı Kayıpları ile Sızıntı Bileşenlerinin Tahmini (Bileşen Analizi)	CBS tabanlı Entegre Su Kayıp Yönetim Sisteminin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Kaçak Bağlantı Denetiminin Sistematik Yapılması için Denetim Ekibinin Oluşturulması ve Performansın İzlenmesi	Atıksu Şebeke Sistemi için Varlık Yönetimi Stratejisinin Geliştirilmesi ve İzleme Sisteminin Oluşturulması	Atıksu Arıtma Tesislerinde Varlık Yönetimi Sisteminin Geliştirilmesi	İçmesuyu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Uygulamalarının Gerçekleştirilmesi	İdari Kayıpları Ölçme Faaliyetlerinin Maliyetlerinin ve Ekonomik Kazanımlarının Analizi ve İzlenmesi	İçmesuyu Yönetimi için Performans Değerlendirme (Bencmarking) Göstergelerinin Analizi ve İzlenmesi

20	Su Kayıp Yönetimi Stratejik Planının Oluşturulması	Varlık Yönetimine Esas Muayane Bacası-Yağmursuyu Marzalı Değiştirme Stratejisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması	Aboneler için Uzaktan Okuma Sistemlerinin Planlanması ve Uygulanması	Varlık Yönetimine Esas Muayane Bacası-Yağmursuyu Marzalı Değiştirme Stratejisinin Uygulanması ve Tanımlanması	Atıksu artıma Tesislerinde Varlık Yönetimi Sistemine göre Ekipmanların İşletilmesi, Yönetilmesi ve Değiştirilmesi	Atıksu artıma Tesislerinde Varlık Yönetimi Sistemine göre Ekipmanların İşletilmesi, Yönetilmesi ve Değiştirilmesi	Atıksu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Uygulamalarının Gerçekleştirilmesi	Gelir Getirmeyen Suyu Ölçme Faaliyetlerinin Maliyetlerinin ve Ekonomik Kazanımlarının Analizi ve İzlenmesi	Ekonomik Sızıntı Seviye Analizi
21	Atıksu ve Yağmursuyu Yönetimi için Stratejik Planının Oluşturulması	Şebeke Bakım ve Onarım Yönetim Sisteminin (CBS) ile Entegre Oluşturulması ve Verilerin Düzenli İzlenmesi	Fiziki Kayıplar için En Uygun Kayıp Oranı Seviyesinin Belirlenmesi için Planlama Yapılması	İdari Kayıplar için En Uygun Kayıp Oranı Seviyesinin Belirlenmesi ve Uygulanması	Farklı Hesaplama Yöntemleri (Yükarıdan Aşağı-Aşağıdan Yukarı) ile Su Dengesi Hesabı-Kıyaslama	GGG ve Temel Bileşenler için Hedef Tanımlama Planının Oluşturulması	Malzeme Yönetim Sistemi ve Veritabanının Oluşturulması	Varlık Yönetimine Dayalı İşmesuyu Şebeke Yenileme-Değiştirme Stratejisinin Geliştirilmesi	Atıksu ve Yağmursuyu Yönetimi için Stratejik Planının Oluşturulması

4.5. PADS Matrisi

Su İdarelerinde abone memnuniyetinin ve hizmet kalitesinin artması için, sistemin işletme koşullarının iyileştirilmesi, izlenmesi ve performansının analiz edilmesi gerekmektedir. Performansın izlenmesinde, problemi temsil eden, verisi ölçülebilir, izlenebilir olan ve diğer idarelerle kıyaslanabilir en uygun göstergelerin seçilmesi sistemin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Hâlihazırda İdarelerin “Su ve Atık Su Yönetimi” kapsamında performansının değerlendirilmesi için Uluslararası literatürde çeşitli kurumlar tarafından performans değerlendirme sistemleri önerilmiştir. Ancak birçok idarede sisteme giriş debisi gibi en temel verinin ölçülmediği göz önünde bulundurulursa mevcut performans değerlendirme yöntemlerinin uygulanabilirliği oldukça güç olmaktadır.

Önerilen modelde, su ve atık su yönetiminde performans analizinin gerçekleştirilmesi için PADS geliştirilmiştir. PADS, MDA ve VERİ ile doğrudan ilişkilendirilmiştir. PADS temel olarak 11 ana kategoride 231 bileşen (performans göstergesi) içermektedir. Bu ana başlıklar ve bileşenler, idarelerde su ve atık su faaliyetlerini kapsayacak şekilde tanımlanmıştır. MDA ve VERİ sisteminde olduğu gibi PADS sisteminde de bileşenler temel, orta ve ileri seviye şeklinde sınıflandırılmıştır.

PADS sisteminde yer alan ana kategoriler temel olarak;

- İçme suyu Şebeke Temel İşletme,
- Su Dengesi İzleme,
- İçme suyu Şebeke Arıza Bakım ve Onarım,
- Abone ve İdari Kayıp Yönetimi,
- Fiziki Kayıp Önleme ve Azaltma,
- Fiziki Kayıp Yönetimi Performans İzleme,
- Atık Su Şebeke Temel İşletme,
- Atık Su Şebeke Yönetimi,
- Atık Su Arıtma Yönetimi,
- Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi,
- Finansal ve Ekonomik Yönetim.

Tablo 4.10 Performans Matrisi ana kategoriler ve temel seviye bileşenler

	İçmesuyu Şebeke Temel İşletme (B1)	Su Dengesi İzleme(B2)	İçmesuyu Şebeke Arıza Bakım ve Onarım(B3)	Abone ve İdari Kayıp Yönetimi(B4)	Fiziki Kayıp Ölçme ve Azaltma(B5)	Fiziki Kayıp Performans İzleme(B6)	Atıksu Şebeke Temel İşletme(B7)	Atıksu Şebeke Yönetimi(B8)	Atıksu Arıtma Yönetimi(B9)	Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi(B10)	Finansal ve Ekonomik Yönetim(B11)
1	Su Üretimi: Su Üretimi: Su Üretimi su hacmi / kişi / Gün	Gelir Getirmeyen Su Oranı (%): (Gelir Getirmeyen Su (GGS)/hacmi / Giriş Hacmi)*100	Toplam rapor edilen Arıza sayısı / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu(100 km) / yıl	Op 36: Abone okuma verimliliği: (Tahakkuk yapılan abone sayısı / Abone sayısı)*100	İzole Bölge yapılan şebeke uzunluğu (km) / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km)*100/yıl	(Minimum Gece Debisi Analizi Yapılan İzole Bölge Sayısı / Toplam İzole bölge sayısı)*100/yıl	Toplam Atıksu Şebeke Arıza Sayısı/Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (100km)	Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km) / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu (Ayrık+Birleşik) Şebeke Uzunluğu (km)	Atıksu Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus / Atıksu Hizmeti Verilen Nüfus	İçmesuyu Yönetimi Çalışan Personel Sayısı/İçmesuyu Hizmeti Verilen Nüfus (1000kişi)	Su Üretim Toplam Maliyeti (Enerji+ Arıtma (TL)/Üretilen Su hacmi (m3)
2	Su Talep Verimliliği: giriş hacmi / kişi / Gün	Su kayıp Oranı (%): (Su Kayıp hacmi / Giriş Hacmi)*100	Op 31: Rapor Edilen Şebeke Arıza sayısı /Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu(100 km) /yıl	(Ücretini Ödemeyen Aboneler için Kesme sayısı / abone sayısı)*100	(SCADA ile izlenen İzole Bölge Sayısı / Toplam İzole bölge sayısı)*100/yıl	(Minimum Gece Debisi İzlenen şebeke uzunluğu (km) / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km))*100/yıl	Toplam Atıksu Abone Bağlantı Arıza Sayısı / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu (Ayrık+Birleşik) Şebeke Uzunluğu (100km)/yıl	CBS Veritabanına Aktarılan Atıksu Şebeke Uzunluğu (km/yıl) / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu (Ayrık+Birleşik) Şebeke Uzunluğu (km)	Atıksu Arıtma Yönetimi Çalışan Personel Sayısı / Atıksu Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus (1000 kişi)	Atıksu Yönetimi Çalışan Personel Sayısı/Atıksu Hizmeti Verilen Nüfus(1000kişi) ya da Atık su arıtma Tesislerinde Çalışan Çevre mühendisi Sayısı/Atıksu Hizmeti Verilen Nüfus(1000kişi)	İçmesuyu Şebeke Arıza Bakım Onarım Birim Maliyeti (TL/arıza)
3	Yasal Faturalandırılmı Tüketim Hacmi / kişi / Gün	Op26: İdari Kayıp Oranı (%): (İdari Kayıp Hacmi / Giriş Hacmi)*100	Op 32: Rapor Edilen Servis Bağlantı Arıza sayısı / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (100 km) /yıl	(Ücretini Ödemeyen Aboneler için Kesme sayısı / ücretini ödemeyen toplam abone sayısı)*100	Akustik Yöntemler ile yapılan toplam denetim Sayısı / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (100km) / yıl	Minimum Gece Debisi ile Farkına Varılan sızıntı hacmi/ İzole Bölge Yapılan Şebeke Uzunluğu (km) / yıl	Toplam Atıksu Abone Bağlantı Arıza Sayısı/Atıksu Abone Bağlantı Sayısı (1000)/yıl	Bakım ve Kontrolü Yapılan (Görüntüleme) Atıksu Şebeke Uzunluğu (km) / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu (Ayrık+Birleşik) Şebeke Uzunluğu (km)	Bakım ve Kontrolü Yapılan Atık Su Arıtma Tesisi Sayısı	İçmesuyu Yönetimi için Teknik ve Hidrolik Eğitim Saati/İçmesuyu Yönetimi Çalışan Personel Sayısı	Atıksu Şebeke Arıza Bakım Onarım Birim Maliyeti (TL/arıza)
4	Fiziki Kayıp Hacmi / kişi/gün	Fiziki Kayıp Oranı: (Fiziki Kayıp Hacmi / Giriş Hacmi)*100/yıl	Op32: Rapor Edilen Servis Bağlantı Arıza sayısı / Servis Bağlantı Sayısı (1000) / yıl	Sayaç Hata Oranı	(Akustik yöntemlerle denetim yapılan şebeke uzunluğu (km) / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan	(Minimum Gece Debisi ile Farkına Varılan sızıntı hacmi/ İzole bölgelede giriş	Görüntüleme ile Tespit Edilen Yapısal Kusur (Çökme, Ters Eğim, Çatlak) Nokta Sayısı/Verisi	CBS Veritabanına Aktarılan Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (km/yıl)/ Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan	Uygun Analiz Sayısı/ Tesis İçerisinde Yapılan Analiz Sayısı	Atıksu Yönetimi için Teknik ve Hidrolik Eğitim Saati/Atıksu Yönetimi Çalışan Personel Sayısı	Atıksu Arıtma Tesisi Bakım-Onarım Maliyeti (TL) / Toplam Atıksu Hacmi (m3)

Tablo 4.11 Performans Matrisi ana kategoriler ve orta seviye bileşenler

	İçmesuyu Şebeke Temel İşletme (B1)	Su Dengesi İzleme(B2)	İçmesuyu Şebeke Arıza Bakım ve Onarım(B3)	Abone ve İdari Kayıp Yönetimi(B4)	Fiziki Kayıp Önleme ve Azaltma(B5)	Fiziki Kayıp Yönetimi Performans İzleme(B6)	Atıksu Şebeke Temel İşletme(B7)	Atıksu Şebeke Yönetimi(B8)	Atıksu Arıtma Yönetimi(B9)	Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi(B10)	Finansal ve Ekonomik Yönetim(B11)
8	Yönetmeliği Sağlamayan Su Kalitesi Test Sayısı / İçmesuyu Kalitesi için Yapılan Test Sayısı/ yıl	Su Kayıp Hacmi / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (100km) / Gün	Rapor edilen içme suyu arızalarına müdahale süresi (saat)	Yasal Faturalandırılmayan Tüketimler için Takılan Savaş Sayısı / Yasal Faturalandırılmamış Kullanıcı Sayısı	İçmesuyu Şebeke Yenilenen Bölgelerde Yenilenmeden Sonra Arıza Sayısı / İçmesuyu Şebeke Yenilenen Bölgelerde Yenilenmeden Önceki Arıza Sayısı	Akustik yöntem ile Tespit Edilen-Onarılan sızıntı hacmi / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (100km) / Yıl	Kanal temizlik ekip sayısı /atıksu şebeke uzunluğu (100km)/yıl	Bakım-Denetim Yapılan Muayene Baca Sayısı (adet) / Atıksu Muayene Baca Sayısı (adet)	Endüstriyel Atık Üreten Tesislere Yapılan Denetim Sayısı / Endüstriyel Atık Üreten Tesis Sayısı	Toplam Elektrik Tüketimi (kWsaat)/ abone sayısı (1000) /yıl	Arıtma Çamurlarının Bertaraf Edilmesi Maliyeti / Atıksu Arıtma Toplam Maliyeti
9	QS 14: Su kesintileri (toplam) içmesuyu kesinti sayısı / İçmesuyu Servis Bağlantı Sayısı (1000) / yıl	((Yasal-faturalandırılmamış ölçülünüş-faturalandırılmamış ölçülmemiş hacim) / Giriş Hacmi)/yıl	Vana arıza sayısı / CBS veritabanı olan ve yer bilinen vana Sayısı/yıl	(Değiştirilmesi gereken sayaç sayısı / toplam sayaç sayısı)*100	(Basınç yönetimi uygulanan bölge sayısı / basınç yönetimi uygulanması gereken toplam bölge sayısı)	(Akustik yöntem ile Tespit Edilen-Onarılan sızıntı hacmi / Minimum Gece Debisi ile Farkına Varılan sızıntı hacmi) / yıl	Atıksu Arızaların Müdahale Süresi (Saat)	Bakım ve Kontrolü Yapılan Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (km) Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (km)	Kullanılan Polielektrolit Miktarı / Toplam Atıksu Hacmi	Atıksu Arıtma Tesislerinde Tüketilen Elektrik Enerjisi (kWsaat)/Toplam Atıksu Hacmi	Toplam Gelir Getirmeyen Su Maliyeti (TL)/Toplam İşletme Geliri (TL)
10	QS 13: Su kesintileri (%): (Su Kesintisinden etkilenen nüfus) / (İçmesuyu Hizmeti Verilen Nüfus)/yıl	Depolardan Kaynaklanan Sızıntı Hacmi/ Giriş hacmi)/yıl	Vana arıza sayısı / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan 100km Şebeke Uzunluğu (km)/yıl	OP 8: (10 Yaş Üzeri olup Değiştirilen sayaç sayısı / 10 yaş üzeri sayaç sayısı)*100	(Basınç yönetimi uygulanan şebeke uzunluğu/ Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km))	(Akustik yöntem ile Tespit Edilen-Onarılan sızıntı hacmi / Giriş Hacmi) / yıl	Atıksu Şebeke Yenilenen Bölgelerde Yenilenmeden Sonra Arıza Sayısı / Atıksu Şebeke Yenilenen Bölgelerde Yenilenmeden Önceki Arıza Sayısı	Bakım-Denetim Yapılan Yağmursuyu İzgara/Mazgal Sayısı (adet)/ Yağmursuyu İzgara/Mazgal Sayısı (adet)	Enerji Verimliliği (optimizasyon) Uygulanan Atık Su Arıtma Tesisi Atık Su Arıtma Tesisi Sayısı	Su Üretimi ve İsale Hatlarında Tüketilen Elektrik Enerjisi (kWsaat)/Üretilen Su Hacmi	İçmesuyu Şebeke Yönetimi Toplam Maliyeti (TL) / Toplam Gider (TL)
11	Toplam İçmesuyu Şikâyet Sayısı/ Abone Sayısı (1000) /yıl	Sayaç Hatalarından Kaynaklanan Kayıp Hacmi/Giriş Hacmi)/yıl	Basınç Yönetimi Uygulandıktan Sonra Azalan Arıza Sayısı (adet) / Basınç Yönetimi Uygulanan şebeke uzunluğu/yıl	Yasadışı Kullanıcılar için Halkın Bilinçlendirilmesi Faaliyet Sayısı	Yenilenen Şebeke Uzunluğu (km)/Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km)	Op 5: Akustik yöntem ile Tespit Edilen-Onarılan Servis Bağlantı Sızıntı sayısı / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (100km) / yıl	Yararlanmalı İş Kazası Sayısı/İş Kaza Sayısı	Yükseltilen veya Onarılan Muayene Baca Sayısı/Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Atıksu Muayene Baca Sayısı (adet)	Bertaraf Edilen Çamur Miktarı/ Atık Su Arıtma Tesisinde Oluşan Çamur Miktarı	İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Tüketilen Elektrik Enerjisi (kWsaat)/Üretilen Su Hacmi	İçme Suyu Şebeke Yenileme Maliyeti/İçme Suyu Şebeke Yönetimi Toplam Maliyeti
12	Bakım-Denetim Yapılan Pompa Sayısı (adet) /	İsale hatları ve içmesuyu arıtma tesislerindeki	Bakım-Denetim Yapılan Şebeke Ana Hat Uzunluğu (km)/Verisi	(Sayaç değiştirilen bölgede kayıp hacmi / Yasal	Değiştirilen Servis Bağlantı Sayısı (adet) / İçmesuyu Servis Bağlantı Sayısı (adet)	Basınç yönetimi ile Tespit Edilen Sızıntı hacmi / Verisi Doğrulanmış CBS	Ölümle Sonuçlanan İş Kazası Sayısı/İş Kaza Sayısı	Yenilenen Atıksu Abone Bağlantı Sayısı (adet)/Atıksu	Nihai Çamur Miktarı/ Atık Su Arıtma Tesisinde	İçmesuyu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Miktarı/(Su	Atıksu Şebeke Yönetimi Toplam Maliyeti (TL) /

	Toplam Pompa Sayısı / yıl	kayıp hacmi /Giriş Hacmi /yıl	Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km)	Faturalandırılmış Tüketim Hacmi) / yıl	Değiştirilen Vana Sayısı (adet)/CBS Veritabanı Olan ve Yeri Bilinen Vana Sayısı (adet)	İzole Bölge Uzunluğu (100km) / yıl	Toplam Atıksu Şikâyet Sayısı/ Abone Sayısı (1000)/yıl	Abone Bağlantı Sayısı (adet)	Oluşan Çamur Miktarı	Üretimi ve İsale Hatlarında Tüketilen Elektrik Enerjisi +İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Tüketilen Elektrik Enerjisi)	Toplam Gider (TL)
13	Q527: Düşük basınç şikâyet sayısı / Abone sayısı (1000) / yıl	Sayaç Değiştirilen Bölgelerde Kayıp Hacmi/Giriş Hacmi /yıl	Bakım-Denetim Yapılan Vana Sayısı (adet)/CBS Veritabanı Olan ve Yeri Bilinen Vana Sayısı (adet)	(Uzaktan okunan büyük ve özel tüketimli abone sayısı / büyük ve özel tüketimli toplam abone sayısı) / yıl	Değiştirilen Vana Sayısı (adet)/CBS Veritabanı Olan ve Yeri Bilinen Vana Sayısı (adet)	İzole Bölgelerde Sisteme kazandırılan toplam sızıntı hacmi/ İzole Bölgelerde Toplam Giriş Hacmi / yıl	Toplam Atıksu Şikâyet Sayısı/ Abone Sayısı (1000)/yıl	Yenilenen Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)/Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Atık Su Arıtma Tesisinde Oluşan Çamur Miktarı / Toplam Atıksu Hacmi	Atıksu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Miktarı/Atıksu Arıtma Tesislerinde Tüketilen Elektrik Enerjisi	Atık Su Şebeke Yenileme Maliyeti/Toplam İşletme Geliri (%)
14	Q528: (Düşük basınç şikâyet sayısı / toplam şikâyet sayısı)*100	Site vb. yerler için Kontrol Sayacı ile Tespit Edilen Kayıp Hacmi /Giriş Hacmi /yıl	Bakım-Denetim Yapılan Depo Sayısı (adet)/Toplam Depo Sayısı	((Yasal- mış Faturalandırılma ölçülmüş+fatural andrılmamış ölçülmemiş hacim) / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (100km)/gün	UARL (Yıllık Kaçım Hacmi) (Litre/gün/km)	İzole Bölgelerde Sisteme kazandırılan toplam sızıntı hacmi / İzole Bölge yapılan şebeke uzunluğu (km) / yıl	Bakım ve Kontrolü Yapılan Atıksu Pompa Sayısı/Atıksu Pompa Sayısı	Anıza Yöneliminde Gereken Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)/Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Yeniden Kullanılan Atık Su Miktarı/Toplam Atık Su Miktarı	Takip Edilen ve İzlenen Araç Sayısı/Toplam Araç Sayısı	Atıksu Arıtma Toplam Maliyeti / Toplam Gider (TL)

Tablo 4.12 Performans Matrisi ana kategoriler ve ileri seviye bileşenler

	İçmesuyu Şebeke Temel İşletme (B1)	Su Dengesi İzleme(B2)	İçmesuyu Şebeke Arıza Bakım ve Onarım(B3)	Abone ve İdari Kayıp Yönetimi(B4)	Fiziki Kayıp Önleme ve Azaltma(B5)	Fiziki Kayıp Performans İzleme(B6)	Atıksu Şebeke Temel İşletme(B7)	Atıksu Şebeke Yönetimi(B8)	Atıksu Artırma Yönetimi(B9)	Su Kaynağı, Personel ve Enerji Yönetimi(B10)	Finansal ve Ekonomik Yönetim(B11)
15	(Giriş hacmi / kaynaktan potansiyel olarak alınabilecek su hacmi)*100	Kaçak Kullanım (Yasal Olmayan) Hacmi/Giriş Hacmi/yıl	Bakım-Denetim Yapılan İsale Hat Uzunluğu (km)/Toplam İsale Hattı Uzunluğu (km)	(Kaçak bağlantı denetim sayısı /İçmesuyu Servis Bağlantı Sayısı (1000))/ yıl	(Hidrolik Modeli yapılmış-kalibre edilmiş şebeke uzunluğu (km) / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km))/yıl	Hidrolik Model ile Tespit Edilen Sızıntı Hacmi / Hidrolik Modeli Yapılmış-Kalibre Edilmiş Şebeke Uzunluğu (km)/yıl	Yağmursuyu Tıkama, Geri Tepme, Göllenme, Su Basma Sayısı/Veri Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (100km) /yıl	Hidrolik Hesabı Yapılan Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)/Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Gerçek Kazanılan Biyokütle/Toplam Hacmi	(İçmesuyu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Miktarı+ Atıksu Yenilenebilir Elektrik Üretim Miktarı)/Yenilenebilir Enerji Üretim Potansiyeli	Yağmursuyu ve Atıksu Geri Tepme, Su Basması, Göllenme Maliyeti /Atıksu Şebeke Yönetimi-Toplam Maliyeti (TL)
16	OP 7: (Kalibrasyon yapılan debimetre sayısı / toplam debimetre sayısı)*100	Gerçek Zamanlı Sistem ile Tespit Edilen Sızıntı Hacmi / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (100km)	(Arıza yoğunluğuna göre değiştirilmesi gereken şebeke uzunluğu / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km))/yıl	(Toplam rapor edilen-sahada bulunan kaçak bağlantı sayısı/Kaçak bağlantı denetim sayısı)	(Hidrolik Modeli yapılmış-kalibre edilmiş izole bölge sayısı / Toplam izole bölge sayısı) /yıl	(Hidrolik Model ile Tespit Edilen Sızıntı Hacmi /İzole Bölgelerde Toplam Giriş Hacmi)*100 /yıl	Yağmursuyu Tıkama, Geri Tepme, Göllenme, Su Basma Sayısı/Veri Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Hidrolik Modele Göre Yenilenen Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)/Hidrolik Hesabı Yapılan Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Üretilen Biyogaz Miktarı/ Toplam Atıksu Hacmi	(İçmesuyu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Miktarı+ Atıksu Yenilenebilir Elektrik Üretim Miktarı) / Toplam Elektrik Tüketimi	İçmesuyu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Geliri / Toplam Enerji Giderleri (Su Üretim Toplam Maliyeti (Enerji+Arıtma) + Atıksu Artırma Enerji Maliyeti (TL))
17	OP 9: (Kalibrasyon yapılan basınçölçer sayısı / basınçölçer sayısı)*100	Rapor Edilen (Şebeke ve Servis Bağlantı) Sızıntı Hacmi/Fiziki Kayıp Hacmi	Değiştirilen (lokal) toplam şebeke uzunluğu (km) / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km) / yıl	Kaçak bağlantı tespit verimliliği (%): (Tespit edilen-doğrulan-an-abone yapılan-müdahale edilen kaçak bağlantı sayısı / Toplam rapor edilen-sahada bulunan kaçak bağlantı sayısı)	(Hidrolik Model ile İzlenen Şebeke Uzunluğu (km) / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km))/yıl	Bölgesel Kaydedici-Korelatör ile Tespit Edilen Sızıntı Hacmi / İzole Bölge Yapılan Şebeke Uzunluğu (100km)/yıl	Varlık Yönetimi Esas Alınarak Değiştirilen Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)/Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu Şebeke Uzunluğu (100km)	Hidrolik Modele Göre Yenilenen Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)/Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Üretilen Biyogaz Miktarı/ Geri Kazanılan Biyokütle	İçmesuyu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Denetimlerinde Tespit Edilen Eksiklik Sayısı/İçmesuyu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Denetim Sayısı	İçmesuyu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Geliri / Toplam Gider (TL)
18	Varlık Yönetimi Esas Alınarak Değiştirilen Şebeke Uzunluğu (km)/Verisi Doğrulanmış	Rapor Edilmeyen (Şebeke+Servis Bağlantı) Sızıntı Hacmi/Fiziki Kayıp Hacmi	Rapor Edilmeyen (Şebeke +Servis Bağlantı) Arıza Sayısı (Rapor Edilen ve Edilmeyen)	(Uzaktan okunan abonelik sayısı / abonelik sayısı)	(Bölgesel Gürtütlü Kaydedici-Korelatör ile İzlenen Şebeke Uzunluğu (km) / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km)) / yıl	(Bölgesel Kaydedici-Korelatör ile Tespit Edilen Sızıntı Hacmi / İzole Bölgelerde Toplam Giriş Hacmi)*100 / yıl	Varlık Yönetimi Esas Alınarak Değiştirilen Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)/Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu Şebeke Uzunluğu (Ayrık+Birleşik)	Hidrolik Hesabı, Taşkın Risk Analizi Yapılan Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (km)/Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Toplam Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Biyogaz Yakılması İle Üretilen Elektrik Miktarı / Atıksu Artırma Tesislerinde Tüketilen Elektrik	Atıksu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Denetimlerinde Tespit Edilen Eksiklik Sayısı/ Atıksu Şebeke İnşaatlarında ve İşletiminde İş ve İşçi Güvenliği Denetim Sayısı	Atıksu Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Geliri / Toplam Enerji Giderleri (Su Üretim Toplam Maliyeti (TL))

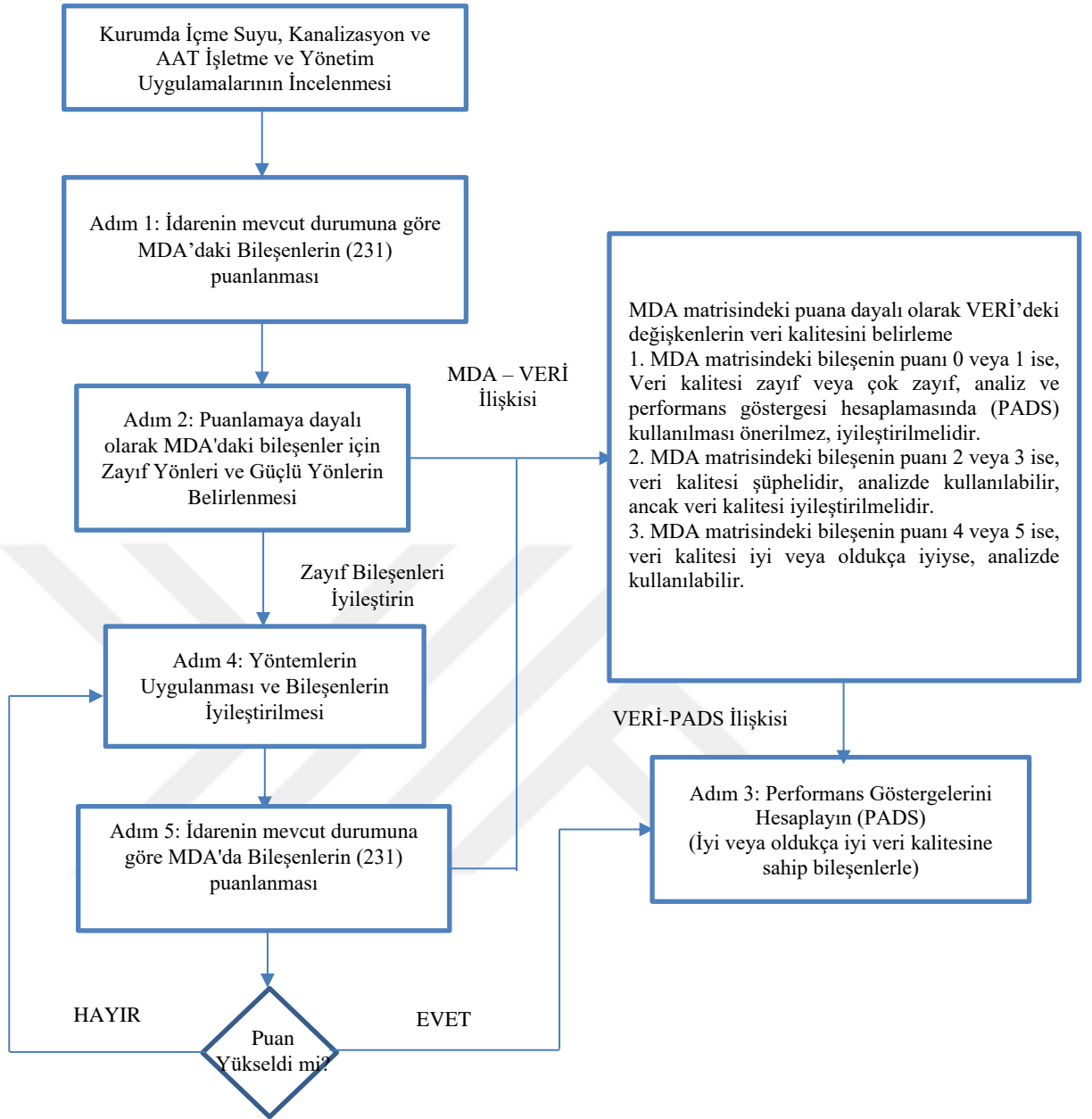
CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km)	Bileşen Analizine Göre Fiziki Kayıp Hacmi Hesaplanan ve Su Dengesi İzlenen İzole Bölge Sayısı/Toplam İzole Bölge Sayısı	Şebeke Arıza sıklık indeksi: (((rapor edilen şebeke arıza sayısı + rapor edilmeyen şebeke arıza sayısı) / şebeke uzunluğu) * 100) / (şebeke arıza referans değeri) ¹³	İdare Tarafından Yeni Takılan Abone Sayaç Sayısı (Yazılı Teknik Şartnameye göre)/Toplam Sayaç Sayısı	CBS tabanlı Entegre Su Kayıp Yönetim Sistemi ile İzlenen İzole Bölge Sayısı/Toplam İzole Bölge Sayısı	Gerçek Zamanlı Sistem ile Tespit Edilen Sızıntı Hacmi/Gerçek Zamanlı Sistem ile İzlenen Şebeke Uzunluğu (km)	Şebeke Uzunluğu (km)	Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (km)	Enerjisi (kW/saat)	İşletilmesinde İş ve İşçi Güvenliği Denetim Sayısı	(Enerji+Artırma) + Artıksu Artırma Enerji Maliyeti (TL)
19	Varlık Yönetimi Esas Alınarak Değiştirilen Vana Sayısı (adet)/CBS Veritabanı Olan ve Yeri Bilinen Vana Sayısı (adet)	Şebeke Arıza sıklık indeksi: (((rapor edilen şebeke arıza sayısı + rapor edilmeyen şebeke arıza sayısı) / şebeke uzunluğu) * 100) / (şebeke arıza referans değeri) ¹³	İdare Tarafından Yeni Takılan Abone Sayaç Sayısı (Yazılı Teknik Şartnameye göre)/Toplam Sayaç Sayısı	CBS tabanlı Entegre Su Kayıp Yönetim Sistemi ile İzlenen İzole Bölge Sayısı/Toplam İzole Bölge Sayısı	Gerçek Zamanlı Sistem ile Tespit Edilen Sızıntı Hacmi/Gerçek Zamanlı Sistem ile İzlenen Şebeke Uzunluğu (km)	Atıksu Sistemine Gelen Sızıntı ve Yağmursuyu Hacmi/Toplam Atıksu Hacmi	Hidrolik Modele Göre Yenilenen Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)/Hidrolik Modele Göre Değiştirilmesi Gereken Atıksu Şebeke Uzunluğu (km)	Artırma Çamurlarının Bertaraf Edilmesi Sonucu Elde Edilen Enerji (kW/saat/yıl) / Artıksu Artırma Tesislerinde Tüketilen Elektrik Enerjisi (kW/saat)	Artıksu Artırma İnşaatlarında ve İşletilmesinde İş ve İşçi Güvenliği Denetim Sayısı / Artıksu Artırma Tesislerinde Edilen Eksiklik Sayısı / Artıksu Artırma İnşaatlarında ve İşletilmesinde İş ve İşçi Güvenliği Denetim Sayısı	Atıksu Tesislere Yenilenebilir Elektrik Üretim Geliri / Toplam Gider (TL)
20	Varlık Yönetimi Esas Alınarak Değiştirilen Pompa Sayısı (adet) / Toplam Pompa Sayısı	Servis Bağlantı Arıza sıklık indeksi: (((rapor edilen servis bağlantı arıza sayısı+rapor edilmeyen servis bağlantı arıza sayısı)/servis bağlantı sayısı)*1000) / (referans değeri) ³	(Kaçak Kullanım (Yasal olmayan) hacmi / Yasal Faturalandırılmış Tüketim Hacmi) / Yıl	Ekonomik Kaçak Seviyesi Analiz Edilen Bölge Sayısı/Toplam İzole Bölge Sayısı	Gerçek Zamanlı Sistem ile Tespit Edilen Sızıntı Hacmi/İzole Bölge Uzunluğunda Toplam Giriş Hacmi	Atıksu Master Planına Göre Değiştirilen, yenilenen Şebeke Uzunluğu/Atıksu Master Planına Göre Yapılması Gereken Şebeke Uzunluğu	Taşkın Riski veya Kapasitesi Yetersiz Yağmursuyu Hat Uzunluğu (km)/Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (km)	Biyogaz Yakılması İle Üretilen Elektrik Miktarı + Artırma Çamurlarının Bertaraf Edilmesi Sonucu Elde Edilen Enerji / Biyogaz Yakılması ve atıksu çamur bertarafı ile üretilebilecek potansiyel enerji miktarı	Yenilenebilir Enerji Üretim Potansiyeli / Toplam Elektrik Tüketimi	Gelir Getirmeyen Suyu Önlene Faaliyetleri Toplam Kazanım / Gelir Getirmeyen Suyu Önlene Faaliyetleri Toplam Maliyeti
21	Varlık Yönetimine Entegre Edilmiş-İzlenen Şebeke Uzunluğu (km)/Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km)	İşmesuyu Master Planına Göre Değiştirilen Şebeke Uzunluğu / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Olan Şebeke Uzunluğu (km)	Özel Mülkteki Servis Bağlantılarında Meydana Gelen Sızıntı Hacmi/Fiziki Kayıp Hacmi	Gerçek Zamanlı Sistem ile İzlenen Şebeke Uzunluğu / Verisi Doğrulanmış CBS Veri Tabanı Uzunluğu (km)	Altyapı Kaçak İndeksi (ILI)	Yağmursuyu Master Planına Göre Değiştirilen, yenilenen Şebeke Uzunluğu/Yağmursuyu Master Planına Göre Yapılması Gereken Şebeke Uzunluğu	Taşkın Riski veya Kapasitesi Yetersiz Yağmursuyu Hat Uzunluğu (km)/Hidrolik Hesabı, Taşkın Risk Analizi Yapılan Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (km)	Biyogaz Yakılması ve atıksu çamur bertarafı ile üretilebilecek potansiyel enerji miktarı/ Toplam Atıksu Hacmi	Toplam İş ve İşçi Güvenliği Denetim Edilen Eksiklik Sayısı / Toplam İş ve İşçi Güvenliği Denetim Sayısı	(Biyogaz Yakılması İle Elde Edilen Enerji Geliri+ Artırma Çamurlarının Bertaraf Edilmesi Sonucu Elde Edilen Enerji Geliri) / Artıksu Artırma Toplam Maliyeti

4.6. PUAN Sistemi

Bu çalışmada, su ve atık su yönetiminde, veri kalitesinin ve yöntemlerin mevcut uygulama düzeylerinin değerlendirilmesi için özgün bir puanlandırma sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen puanlandırma sisteminde MDA bileşenleri 0 ve 5 arasında puanlandırılmaktadır. Sistemde, puanlandırma yapısı, “çok kötü: 0 puan”, “kötü: 1 puan”, “yetersiz: 2 puan”, “orta: 3 puan”, “iyi: 4 puan” ve “çok iyi: 5 puan” şeklindedir. Böylece her bir alt bileşenin 5 puan üzerinden aldığı puan ve bulunduğu mevcut durum hakkında daha kolay değerlendirme yapılmaktadır. Buna göre puanların temsil ettiği koşullar aşağıdaki gibi açıklanabilir;

- “0 puan, çok kötü”: idarede bileşene ait planlama, analiz ve veri toplama gibi faaliyetler için herhangi bir çalışma olmadığını ifade eder.
- “1 puan, kötü”: idarede faaliyetler ve analizler için alt yapı, veri, bilgi ve tecrübe eksikliği var, iyileştirme için farkındalık var ve planlama yapılıyor. Bu değerlendirme sisteminde 0 (çok kötü) ve 1 (kötü) puan alan bileşenler kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde zayıf yönleri oluşturmaktadır. Bu bileşenlerin kademeli olarak iyileştirilmesi önerilir. Bu kapsamda ilk hedef puan 3 (Hedef I), sonraki hedef puan 4 (Hedef II) ve en son hedef puan 5 (Hedef III) şeklinde planlanmıştır.
- “2 puan, yetersiz”: idarede bileşene ait, planlama, analizler çok sınırlı, veri toplama ve izleme faaliyetleri yetersiz ancak iyileştirme için çalışma yapılıyor
- “3 puan, orta düzey”: idarede bileşenlere ait planlama, analiz ve uygulamalar başlangıç düzeyinde veya pilot uygulama yapılıyor, veri ölçüm ve izleme en temel seviye için uygun ancak iyileştirme için çalışmalar yapılıyor. Bu değerlendirme sisteminde 2 veya 3 puan alan bileşenler benzer şekilde kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde zayıf yönleri (iyileştirilmesi gereken bileşenleri) oluşturmaktadır. Bu bileşenler performans göstergelerinin analizinde kullanılır. Bu bileşenler için benzer şekilde kademeli hedefler tanımlanmıştır. Bu kapsamda öncelikli hedef puan 4 (Hedef II) ve sonraki hedef puan 5 (Hedef III) planlanmıştır.

- “4 puan, iyi”: idarede bileşenlere ait planlama, analiz ve uygulamalar sistem genelinde veya birçok noktada yapılıyor, veri ölçüm ve izleme faaliyetleri için alt yapı iyi durumda, daha sistematik bir sistem oluşturmak için çalışmalar yapılıyor. Bu bileşenler kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde güçlü yönleri (çok iyi) oluşturmaktadır. Bu bileşenin iyileştirilmesi (Hedef III)) için idarede ekonomik ve teknik altyapı göz önünde bulundurulmalıdır.
- “5 puan, çok iyi” idarede bileşenlere ait planlama, analiz ve uygulamalar sistem genelinde veya alt bölgede yapılıyor, veri ölçüm ve izleme faaliyetleri için alt yapı iyi durumda, faaliyetler bilgi sistemlerin entegrasyonu ile sistematik yapılıyor. Bu bileşenler kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde güçlü yönleri (çok iyi) oluşturmaktadır. Bu bileşenlerin mevcut durumunun korunması önerilmektedir. İdarelerde su ve atık su yönetimi kapsamında verilerin kalitesinin ve yöntemlerin mevcut uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için geliştirilen modelin yol haritası ve akış diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Su, Kanalizasyon ve AAT işletimi ve yönetiminin uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için Akış Şeması

Geliştirilen modelde, MDA'daki bileşenlerin puanları süreci belirlemektedir. Bu nedenle geliştirilen model ve puanlama sistemi, kurum dışından kentsel su yönetimi konusunda uzmanlar tarafından uygulanmalıdır. Bu nedenle, bu çalışmada bileşenler, pilot uygulamalarda kurum dışı uzmanlar (makalenin yazarları) tarafından puanlanmıştır (Şekil 4.2, adım 1). İşletmenin mevcut durumunun doğru bir şekilde değerlendirilmesi için her bileşen için kanıt, belge, veri ölçüm ve faaliyet raporları ile bilgi sistemleri esas alınır.

$$PUANLAR = \begin{bmatrix} S_{1.1} & S_{2.1} & \dots & S_{11.1} \\ S_{1.2} & S_{2.2} & \dots & S_{11.2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{1.21} & S_{2.21} & \dots & S_{11.21} \end{bmatrix} \begin{cases} \text{Puan 0 ise, mevcut durum: oldukça kötü} \\ \text{Puan 1, mevcut durum: kötü} \\ \text{Puan 2, mevcut durum: yetersiz} \\ \text{Puan 3, mevcut durum: orta} \\ \text{Puan 4, mevcut durum: iyi} \\ \text{Puan 5, mevcut durum: oldukça iyi} \end{cases} \quad (4.1)$$

Bu modelin kurum personeli tarafından yapılması durumunda herhangi bir kanıt olmaksızın yüksek puanlar şeklinde sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. MDA matrisindeki birçok bileşen birbirine bağlıdır ve birbirini etkiler. Örneğin, şebeke ana hat uzunluğu bileşeni, kentsel su yönetimindeki birçok bileşenle (örneğin, izole edilmiş ölçüm bölgesi tasarımı, minimum gece akış analizi, ILI'nin hesaplanması ve diğer kaçak göstergeleri) doğrudan ilişkilidir.

Bu ilişkiyi sistematik olarak ortaya koyabilmek için MDA matrisindeki tüm bileşenlerin etkilendiği ve/veya doğrudan ilişkili olduğu bileşenler uzman ekip tarafından belirlenmiştir. MDA matrisinde bileşenler arasında belirlenen bu ilişki yazılıma tanımlanmakta ve puanlamanın daha sistematik bir şekilde kontrolü sağlanmaktadır. Ana uzunluk bileşeninin puanı düşükse (örneğin 0, 1, 2), bu bileşenle ilişkili bileşenlerin de düşük puan alması beklenir. Modelin işletmede uygulanması sırasında doğrulama ve kontrol sürecini bu şekilde uzman ekipler gerçekleştirir.

Bu puanlamaya göre bileşenlerin veri kalitesi belirlendi (Şekil 4.2, adım 2). Daha önce de belirtildiği gibi, MDA ve VERİ matrislerindeki tüm bileşenlerin ilişkisi tanımlanmıştır.

$$A2.2(MDA) = VERİ \text{ matrisi değişkenleri } (V3.1, V3.3, V3.4, V11.11) \quad (4.2)$$

A2.2; Giriş Debisi/Hacmi Ölçüm Sistemi, V3.1; Sistem Giriş Debisi (m³/yıl), V3.3; Gelir Gelir Su GGS) Hacmi (m³/yıl), V3.4, Su Kayıp Hacmi (m³/yıl), V11.11; GGS maliyeti (TL/yıl). Ayrıca, her bileşenin mevcut puanına göre kademeli, uygun ve uygulanabilir hedef puanları tanımlanmıştır. Bu tanımdan hareketle VERİ matrisindeki bileşenlerin veri kalitesi, MDA bileşenlerinin mevcut puanına göre ortaya çıkar.

$$DATA = \begin{bmatrix} V_{1.1} & V_{2.1} & \dots & V_{11.1} \\ V_{1.2} & V_{2.2} & \dots & V_{11.2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ V_{1.21} & V_{2.21} & \dots & V_{11.21} \end{bmatrix} \begin{cases} \text{Eğer puan 0 ise, veri kalitesi: oldukça kötü} \\ \text{Eğer puan 1, veri kalitesi: kötü} \\ \text{Eğer puan 2, veri kalitesi: yetersiz} \\ \text{Eğer puan 3, veri kalitesi: orta} \\ \text{Eğer puan 4, veri kalitesi: iyi} \\ \text{Eğer puan 5, veri kalitesi: oldukça iyi} \end{cases} \quad (4.3)$$

Örneğin, MDA sistemindeki A2.2 (Giriş Debisi/Hacmi Ölçüm Sistemi) bileşeninin puanlama sisteminde 0 veya 1 puanı varsa, VERİ matrisindeki V3.1 (Sistem Giriş Hacmi), V3.3. (Gelir Getirmeyen Su Hacmi) değişkenlerinin veri kalitesi oldukça kötü veya kalitesiz olarak tanımlanır. Ayrıca, MDA sistemindeki A4.2 (Faturalandırılmış Yasal Ölçülmüş Tüketimler) bileşeninin puanlama sistemindeki puanı 0 veya 1 ise, VERİ sistemindeki V3.2 (Faturalandırılmış Yasal Ölçülmüş Tüketim Hacmi) değişkeninin veri kalitesi oldukça kötü veya kötü olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle, sistem giriş hacmi ve faturalandırılmış yasal ölçülmüş tüketim bileşenlerinin ölçüm sıklığı ve kalitesi Kurumda kötü durumdaysa, bu bileşenlerden doğrudan etkilenen tüm verilerin kalitesi de kötü durumdadır.

Sistem giriş hacmi ve faturalandırılmış yasal tüketim hacmi düzenli olarak ölçülmezse, sistemdeki gelir getirmeyen su miktarının doğru olarak belirlenmesi mümkün değildir.

Performans göstergeleri (PI'ler), sistemin mevcut durumunu analiz etmek, süreçteki değişimi izlemek ve yönetim stratejisini tanımlamak için kullanılır.

$$PI (B2.1) = \frac{(V3.1-V3.2)}{(V3.1)} = \frac{(V3.3)}{(V3.1)} \quad (4.4)$$

B2.1; PDAS matrisinde, Gelir getirmeyen su oranı (%), V3.3; VERİ matrisinde GGS hacmi (m³/yıl), V3.1; VERİ matrisinde Sistem Giriş Hacmi (m³/yıl), V3.2; VERİ matrisinde Faturalandırılmış Yasal Ölçülmüş Tüketim Hacmi (m³/yıl). Doğru ve sistematik bir değerlendirme yapabilmek için verilerin düzenli olarak ölçülmesi ve veri kalitesinin iyi olması gerekmektedir. Bu nedenle su yönetimi ve performans analizinde kalitesi düşük veya oldukça düşük olan değişkenlerin kullanılması uygun değildir. Bu bileşen, öncelikle iyileştirmeye ihtiyaç duyan bileşen olarak tanımlanmaktadır. Bu modelde, performans göstergeleri iyi kalitede veriler kullanılarak hesaplanır (Şekil 4.2, adım 3).

$$PADS = \begin{bmatrix} B_{1.1} & B_{2.1} & \dots & B_{11.1} \\ B_{1.2} & B_{2.2} & \dots & B_{11.2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_{1.21} & B_{2.21} & \dots & B_{11.21} \end{bmatrix} \begin{cases} \text{Veri kalitesi kötü/çok kötü ise, PG hesaplanmaz} \\ \text{Veri kalitesi yetersiz veya orta ise,} \\ \text{PG hesaplanır ancak veri kalitesi iyileştirilmelidir} \\ \text{Veri kalitesi iyi veya çok iyi ise, PG hesaplanır.} \end{cases} \quad (4.5)$$

Bu modelde, kentsel su döngüsü yönetimindeki zayıflıklar (Z) ve Güçlü Yönler (G), MDA sistemindeki bileşenlerin puanlarına göre belirlenir. Puanlama sisteminde 4 veya 5 puan alan bileşenler güçlü yanları (G) oluşturur. Ayrıca, bu zayıf bileşenler için aşamalı iyileştirme hedefleri tanımlanmıştır.

$$Z/G = \begin{bmatrix} T_{1.1} & T_{2.1} & \dots & T_{11.1} \\ T_{1.2} & T_{2.2} & \dots & T_{11.2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ T_{1.21} & T_{2.21} & \dots & T_{11.21} \end{bmatrix} \begin{cases} \text{MDA puanı 0 ise, Zayıf Yön (Z)} \\ \text{MDA puanı 1 ise, Zayıf Yön (Z)} \\ \text{MDA puanı 2 ise, Zayıf Yön (Z)} \\ \text{MDA puanı 3 ise, Güçlü Yön (G)} \\ \text{MDA puanı 4 ise, Güçlü Yön (G)} \\ \text{MDA puanı 5 ise, Güçlü Yön (G)} \end{cases} \quad (4.6)$$

$$HEDEF = \begin{bmatrix} T_{1.1} & T_{2.1} & \dots & T_{11.1} \\ T_{1.2} & T_{2.2} & \dots & T_{11.2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ T_{1.21} & T_{2.21} & \dots & T_{11.21} \end{bmatrix} \begin{cases} \text{MDA puanı 0 ise, Hedef Orta Seviye} \\ \text{MDA puanı 1 ise, Hedef Orta Seviye} \\ \text{MDA puanı 2 ise, Hedef İyi Seviye} \\ \text{MDA puanı 3 ise, Hedef İyi Seviye} \\ \text{MDA puanı 4 ise, Hedef Çok İyi Seviye} \\ \text{MDA puanı 5 ise, Mevcut durum korunmalı} \end{cases} \quad (4.7)$$

Zayıf yönlerin iyileştirilmesi için gerekli yöntemlerin uygulanması önerilmektedir (Şekil 4.2, adım 4). Bu yöntemlerin uygulanması ile bileşenlerin gelişmesi beklenmektedir.

$$YÖNTEM = \begin{bmatrix} D_{1.1} & D_{2.1} & \dots & D_{11.1} \\ D_{1.2} & D_{2.2} & \dots & D_{11.2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ D_{1.21} & D_{2.21} & \dots & D_{11.21} \end{bmatrix} \begin{cases} \text{MDA puan 0 ise, Önce temel seviye yöntem uygula} \\ \text{MDA puan 1 ise, Önce temel seviye yöntem uygula} \\ \text{MDA puan 2 ise, Önce orta seviye yöntem uygula} \\ \text{MDA puan 3 ise, Önce orta seviye yöntem uygula} \\ \text{MDA puan 4 ise, Önce ileri seviye yöntem uygula} \\ \text{MDA puan 5 ise, Mevcut durum korunmalı} \end{cases} \quad (8)$$

Bu çalışmada doğrusal bir matematiksel model oluşturulmuştur. Çünkü süreçteki tüm değişkenler kümülatif olarak birbirini etkiler. Ancak her değişkenin sistem üzerindeki etkisi birbirinden farklıdır. Bu durumda her bir değişkenin katsayısı etkilediği alt değişken bileşen sayısına göre belirlenmiştir. Önerilen modelde toplam 231 değişken bulunmaktadır. Önerilen sistemin matematiksel modeli aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Sistem Çıkışı (TSC)} = \sum_{m=1}^{12} \sum_{l=1}^{21} \text{Data}(m,l) \text{Coefficient}(m,l) \quad (4.9)$$

Denklemdaki Data (m, l) değişkeni, ilgili soru için mevcut yönetimin verdiği 1 ile 5 arasındaki puanı göstermektedir. Bu puan idareler tarafından doldurulur. Katsayı (m, l) değeri, ilgili değişken yani Data (m, l) için kullanılan katsayıdır. Bu katsayı matrisi aşağıda gösterilmiştir. Önerilen modelde 11 ana başlık ve her başlık altında 21 soru olmak üzere toplam 231 soru cevaplanarak idarenin mevcut durumu analiz edilmektedir. Ancak bilindiği gibi her değişkenin sistem üzerindeki etkisi birbirinden farklıdır. Örneğin, su, atıksu ve arıtma yönetiminde A(1,1) Kurumsal Yapı ve Birimlerle Koordinasyon değişkeni, alt gruplarda toplam 71 farklı durumu etkiler. Bu nedenle, bu katsayı bu değişkene verilir. Bu sayede kümülatif etki hesaplanırken her bir değişkenin sistem üzerindeki etkisi de dikkate alınmaktadır. TSC değerinin hesaplanması aşağıda verilmiştir.

$$\text{TOS} = 71 * \text{Data}(1,1) + 73 * \text{Data}(1,2) + 53 * \text{Data}(1,3) + \dots + 6 * \text{Data}(12,21) \quad (4.10)$$

Bu sayede ilgili idarenin mevcut durum analizi kolaylıkla yapılabilmektedir. İdaredeki iyileştirme düzeyini değerlendirmek için her bileşen yeniden puanlanır (Şekil 4.2, adım 5). Böylece bileşenlerin mevcut durumu, hedef puanları, süreçteki iyileştirme düzeyi ve performans analizinde kullanılan değişkenlerin veri kalitesi sistematik olarak ortaya konur. Bu değerlendirme sisteminin uygulanması ile karar vericiler ve teknik personel için uygun ve gerçekçi bir yol haritası belirlemek mümkündür. Kentsel su döngüsü temel olarak su temini ve dağıtımı, atık su toplama ve arıtma gibi üç temel bileşenden oluşmaktadır. Bu model, kentsel su döngüsünün ana aşamaları olan su yönetimi, atık su yönetimi ve atık su arıtma yönetimine ayrı ayrı uygulanabilir. Sürdürülebilir bir kentsel su döngüsünün sağlanması ve planlanması için bu temel bileşenlerin eş zamanlı olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Önerilen bu modelde, bazı bileşenler kentsel su döngüsündeki su, atık su ve arıtma süreçlerinin üçünde de yer almaktadır. Bu nedenle, bu model, kentsel su döngüsünün temel bileşenlerinin hem bireysel hem de bütünlük bir şekilde değerlendirilmesine izin verir.

4.7. MDA MATRİSİNİN TEST EDİLMESİ

Bu çalışmada geliştirilen MDA sistemi pilot su idarelerinde test edilmiştir. Bu kapsamda Kayseri Su İdaresi (İdare I), Malatya Su İdaresi (İdare II) ve Kahramanmaraş Su İdaresi (İdare III) pilot uygulama alanı olarak seçilmiştir (Şekil 3.1). MDA sisteminde yer alan 231 bileşen pilot idarelerde yapılan incelemeler ve sorgulamalar esas alınarak PUANLAR sistemi ile puanlandırılmıştır. Bu puanlandırma işlemi idaredeki teknik personeller yapmamıştır. Doğru ve gerçekçi bir değerlendirme yapmak için kurum dışından uzman kişiler (makale yazarları) tarafından puanlandırılmıştır. İdarede, yıllık kaydedilen ve saklanan veriler, raporlar, proje tutanakları, veri tabanları gibi deliller esas alınmıştır.

Bu kapsamda idarelerde MDA sisteminde 11 ana başlık altında yer alan 231 bileşen için faaliyetlerin yürütüldüğü birimler ziyaret edilmiştir. MDA sisteminde İdare Yönetim (A1) ana başlığı altında yer alan bileşen birçok birim (içme suyu, abone, atık su şebeke ve arıtma birimleri) faaliyetlerini kapsamaktadır. Değerlendirme sisteminde İçme suyu Şebeke Yönetimi (A2) ve Fiziki Kayıp Bileşenleri (A5) ana başlıklarında yer alan bileşenler idarelerde İçme suyu Şebeke Yönetimi Biriminde sorgulanmıştır. Ayrıca, MDA sisteminde Su Dengesi Yönetimi (A4) ve Abone ve İdari Kayıp Yönetimi (A6) ana başlıkları altında yer alan bileşenlerin değerlendirilmesi için İçme suyu Şebeke Yönetimi ve Abone Yönetimi Birimleri ziyaret edilmiştir.

MDA sisteminde bilgi yönetim sistemleri ve veri tabanlarının kurulması ve işletilmesi bileşenlerini içeren Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veri tabanları (A3) ana başlığı için SCADA, CBS, Bilgi İşlem ve diğer işletme birimleri ziyaret edilmiştir. MDA sistemindeki, atık su şebeke yönetimi (A7) ana başlığı altındaki bileşenler Atık su Şebeke Yönetimi Biriminde sorgulanmıştır. Ayrıca, atık su arıtma yönetimi (A8) ana başlığı altındaki bileşenler Atık su Arıtma Biriminde sorgulanmıştır. Ayrıca MDA sisteminde, idare yönetimi (A1), su kaynakları, personel ve enerji yönetimi (A9), finansal ve ekonomik yönetim (A10) ve verimlilik ve performans izleme (A11) ana başlıkları altındaki bileşenler birçok birimin faaliyetlerini kapsamaktadır. MDA sisteminde temel, orta ve ileri seviye bileşenler için pilot idarelerde test sonuçları sırasıyla Tablo 4.13'te sunulmuştur.

Tablo 4.13 Mevcut Durum Analizi Puanlandırma Sonuçları

	İdare I (KASKİ)											İdare II (MASKİ)											İdare III (K.Maras)											
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	
Temel Düzey Bileşenler																																		
ID1	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	3	2	2	2	4	3	2	2	2	2	3	5	4	2	2	0
ID2	5	5	5	3	5	4	5	5	5	4	3	4	3	4	3	2	5	4	4	4	5	4	2	3	1	2	3	1	4	5	5	2	2	
ID3	5	4	4	3	4	3	5	5	5	4	5	4	4	4	4	3	2	5	4	2	1	4	2	3	3	2	4	1	4	5	3	5	3	
ID4	5	4	5	5	3	4	2	5	2	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	1	2	1	2	2	1	0	2	2	2	3	
ID5	1	3	4	4	3	4	4	5	0	5	4	0	4	4	4	4	4	5	2	5	3	2	2	2	1	2	3	2	3	2	5	3		
ID6	5	4	5	3	5	2	0	5	2	4	5	4	4	4	4	4	4	2	2	4	5	2	2	2	1	5	2	2	4	4	2	3		
ID7	5	4	5	2	4	2	5	4	5	2	0	3	5	4	3	4	1	5	4	2	1	2	3	5	3	2	5	1	2	5	3	2	1	
Ort.	4.3	4.0	4.6	3.6	4.0	3.3	3.7	4.7	3.7	3.4	3.9	3.4	4.3	3.7	3.0	3.6	2.9	4.3	3.7	2.4	3.0	3.3	2.3	2.9	2.0	1.7	3.3	1.7	2.7	4.0	3.0	2.9	2.1	
Orta Düzey Bileşenler																																		
ID8	4	0	5	2	3	4	3	4	2	4	4	3	3	5	2	4	3	3	3	3	2	3	2	5	2	1	0	2	5	4	2	2	1	
ID9	4	5	5	2	4	4	5	4	3	1	0	4	4	4	1	3	4	5	4	2	1	2	3	4	1	1	3	3	3	5	2	1		
ID10	5	5	5	2	5	4	2	4	5	3	4	2	4	4	1	3	3	2	4	2	2	2	3	5	1	1	1	2	3	4	1	2	0	
ID11	3	4	5	3	2	4	5	5	0	5	5	2	3	5	5	2	3	3	4	2	4	3	3	0	2	2	2	2	1	4	0	5	1	
ID12	2	5	3	3	4	3	3	5	3	5	5	2	4	3	3	3	2	4	4	2	4	3	2	3	2	2	2	1	3	5	4	5	1	
ID13	4	2	2	3	3	0	4	5	5	4	2	2	2	1	4	2	1	5	4	3	2	3	2	2	5	1	2	0	2	5	3	1	1	
ID14	5	5	2	2	4	3	2	0	5	1	5	5	2	3	3	3	5	4	3	4	2	3	3	4	2	2	2	2	2	3	5	1	5	
Ort.	3.9	3.7	3.9	2.4	3.6	3.1	3.4	3.9	3.3	3.3	3.6	2.9	3.1	3.6	2.7	2.9	3.1	3.4	3.7	2.9	2.1	2.7	2.6	3.3	2.1	1.4	1.7	1.7	2.7	4.0	2.9	2.6	1.4	
İleri Düzey Bileşenler																																		
ID15	4	4	5	3	1	3	3	2	1	2	5	3	3	3	3	1	2	4	2	3	1	1	2	2	2	2	1	0	1	5	0	1	2	
ID16	2	5	5	3	2	2	1	5	2	0	5	3	4	3	1	3	1	0	1	2	1	0	3	4	2	0	3	0	0	5	1	1	5	
ID17	2	2	4	3	5	2	1	3	2	4	0	1	0	3	2	1	1	0	2	2	4	3	1	0	0	0	1	0	0	3	2	4	0	
ID18	4	2	4	5	0	3	1	4	3	4	0	2	4	3	3	3	4	1	2	0	2	3	1	2	0	0	1	2	0	5	0	1	3	
ID19	3	2	5	4	4	3	2	2	5	2	3	2	1	3	4	2	4	5	3	3	2	3	2	2	2	0	4	2	0	3	3	1	0	
ID20	3	2	4	2	2	3	2	3	5	1	3	2	2	3	2	2	1	5	3	3	2	2	3	1	5	0	3	0	2	3	3	1	0	
ID21	3	2	4	1	4	2	0	4	3	4	4	2	2	3	2	3	1	0	4	3	1	3	3	3	2	2	1	2	0	5	5	5	0	
Ort.	3.0	2.7	4.4	3.0	2.6	2.6	1.4	3.3	3.0	3.0	2.4	2.1	2.3	3.0	2.4	2.1	2.0	2.1	2.4	2.3	1.9	2.1	2.1	2.0	1.9	0.6	2.0	0.9	0.4	4.1	2.0	2.0	1.4	

Temel Seviye Bileşenler

Geliştirilen bu modelde temel seviye bileşenler genel olarak su ve atık su yönetiminde kullanılan en temel verileri, yöntemleri veya metodolojileri kapsamaktadır. Bu nedenle bu grupta yer alan bileşenlerin puanlarının diğer gruptaki bileşenlere göre daha yüksek olması beklenmektedir. Bu grupta A1 ana başlığındaki bileşenler için İdare I ve İdare II puanlarının birbirine yakın olduğu (iyi düzeyde) ve İdare III puanlarının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. İdare I ve II’de A1 ana başlığında tüm bileşenler iyi veya çok iyi düzeyde ve ID5 bileşeni kötü düzeydedir. İdare III’te ise ID1 bileşeni iyi düzeyde diğer bileşenler ise genel olarak yetersiz düzeydedir. Bu ana başlık genel olarak kurumsal yapı, organizasyon yapısı ve birim ve ekip yeterliliği bileşenleri kapsamaktadır. İdare III’te su ve atık su yönetiminin sürdürülebilir ve doğru bir şekilde yapılması için bu ana başlıktaki bileşenler iyileştirilmelidir. Temel bileşenlerde A2, A4, A5 ve A6 ana başlıkları içme suyu yönetimini kapsamaktadır. Bu ana başlıklarda genel olarak İdare I puanları diğer idarelere göre daha iyi düzeydedir. İdare I’de içme suyu şebeke yönetimi, idari ve fiziki kayıp yönetimi ve su dengesi yönetiminin iyi düzeyde olduğu söylenebilir.

Diğer taraftan bu bileşenlerin İdare II’de ortalama puan üstü veya iyiye yakın olduğu görülmektedir. Ancak İdare III’te genel olarak içme suyu yönetimi ve su kayıplarının yönetilmesi bileşenlerinin kötü veya yetersiz olduğu söylenebilir. Su kaynaklarının daha verimli kullanılması, finansal ve enerji verimliliğinin sağlanması için bu bileşenler iyileştirilmelidir. Temel bileşenlerde, A7 (atık su şebeke yönetimi) ve A8 (atık su arıtma yönetimi) bileşenleri için İdare I ve II puanlarının bir birine yakın olduğu söylenebilir. Diğer taraftan İdare III’te bu ana başlıklardaki bileşen puanlarının daha düşük olduğu görülmektedir. Atık su şebeke ve arıtma yönetimi insan ve çevre sağlığı açısından oldukça önemlidir. Ayrıca idarelerde arıtma tesisleri enerji maliyetlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle finansal ve enerji verimliliğinin sağlanması, insan ve çevre sağlığının korunması açısından kötü veya yetersiz düzeydeki bileşenler iyileştirilmelidir. Bu grupta A9, A10 ve A11 ana başlığındaki bileşenler üç idarede de ortalama düzeydedir. A9 ana başlığı personel, su ve enerji verimliliği bileşenlerini içermektedir. Bu nedenle idarelerde verimliliğin sağlanması ve su ve atık su faaliyetlerinin sürdürülebilir şekilde yapılması için bu bileşenler iyi düzeyde olmalıdır. Benzer şekilde A10 (finansal ve ekonomik analiz) ve A11 (verimlilik ve performans izleme) ana başlıklarındaki bileşenler su ve atıksu yönetiminde uygulanan yöntemlerin finansal, çevresel ve teknik performanslarını ve verimliliklerini içermektedir. Bu nedenle su ve atıksu yönetiminde uygulanan yöntemlerin

fayda ve maliyetlerinin analiz edilmesi ve izlenmesi, teknik ve çevresel olarak etkilerinin değerlendirilmesi için bu bileşenler aktif bir şekilde uygulanmalıdır.

Orta Seviye Bileşenler

Bu grupta yer alan bileşenlerin gerçekleşmesi veya sahada uygulanabilirliği temel seviye bileşenlere göre daha zor ve maliyetlidir. Bu nedenle bu gruptaki bileşenlerin puanları beklendiği gibi temel seviye bileşenlere göre daha düşüktür. Genel olarak İdare I puanları diğer iki idare puanlarına göre daha yüksektir. Diğer taraftan İdare II and III puanlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.

İdare I'de, A1, A3 ve A8 ana başlığı altındaki bileşenlerin puanları iyi seviyeye yakındır. İdare I'de A4 ana başlığındaki bileşenler en düşük puana (yetersiz seviye) sahiptir. Bu ana başlık su dengesi yönetimi bileşenlerini içermektedir. Su bütçesinin saha verilerine göre oluşturulması, uygun ve ulaşılabilir hedefler tanımlanması ve su kayıplarının sistematik bir şekilde yönetimi için bu bileşenlerin iyileştirilmesi gerekir. İdare I'de diğer ana başlıklardaki bileşenlerin genel olarak ortalama düzeyde olduğu söylenebilir. İdarede ortalama puana sahip olan atık su şebeke ve atık su arıtma bileşenleri insan ve çevre sağlığı, enerji ve su kaynağı verimliliği açısından büyük öneme sahiptir. İdare II'de A3 ve A8 ana başlıklarındaki bileşenlerin iyi puana yakın olduğu söylenebilir. Diğer taraftan diğer bileşenlerin genel olarak ortalama puana yakın veya altında olduğu görülmektedir. Kentsel su döngüsünün sürdürülebilir ve etkin bir şekilde sağlanması için, içme suyu şebeke yönetimi, atık su şebeke ve atık su arıtma yönetimi bileşenlerinin iyileştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca idarede verimliliğin analiz edilmesi, izlenmesi ve verimliliğin artırılması için bileşenlerin aktif bir şekilde uygulanması gerekmektedir. İdare III'te A8 ana başlığı altındaki bileşenler iyi seviyedir. İdarede diğer bileşenlerin genel olarak yetersiz veya ortalama ya yakın olduğu görülmektedir. Bu idarede bir çok bileşen yetersiz düzeydedir. Su ve atık su hizmetlerinin kesintisiz, etkin ve verimli bir şekilde sağlanması için bu bileşenlerin iyileştirilmesi önerilmektedir.

İleri Seviye Bileşenler

Geliştirilen bu modelde MDA sisteminde bileşenler zorluk düzeyleri, gereksinimleri ve maliyetleri göz önüne alınarak 3 gruba ayrılmıştır. İleri seviye bileşenlerin uygulanabilmesi için idarelerde temel ve orta seviye bileşenlerin yeterli düzeyde olması beklenmektedir. Bu nedenle temel ve orta seviye bileşen puanlarının düşük olduğu

idarelerde ileri seviye bileşen puanlarının da düşük olması beklenen bir durumdur. Çizelgedeki sonuçlara göre, ileri seviye bileşen puanlarının temel ve orta seviye bileşenlere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Genel olarak İdare I puanları diğer iki idare puanlarına göre daha yüksektir. Diğer taraftan İdare II and III puanlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. İdare I'de A3 ana başlığındaki bileşenlerin iyi düzeydedir. Ancak diğer bileşenlerin genel olarak ortalama puana yakın veya yetersiz düzeyde olduğu görülmektedir. Benzer şekilde İdare II ve III'te bu gruptaki bileşenlerin genel olarak yetersiz ve ya ortalama puan altındaki olduğu tespit edilmiştir. Daha önceden de açıklandığı gibi ileri seviye bileşenlerin düşük puana sahip olması beklenen bir durumdur. Bu grupta bileşenlerin iyileştirilmesi için öncelikle idarelerde düşük puana sahip olan temel ve orta seviye bileşenlerin iyileştirilmesi önerilmektedir. Temel ve orta seviye bileşenler ileri seviye bileşenler için altlık oluşturmaktadır. Ayrıca idarelerde öncelikle en temel koşulların yerine getirilmesi önerilmektedir. Daha sonra kademeli olarak zaman alıcı ve maliyet oluşturan bileşenlerin iyileştirilmesi planlanmalıdır.

Bu çalışmada önerilen MDA sisteminde su ve atık su yönetimi bileşenlerinin veri kalitesi ve mevcut uygulama düzeyleri kademeli puanlandırma sistemi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca MDA sisteminde bileşenler temel seviyeden ileri seviyeye kadar kademeli olarak gruplandırılmıştır. Böylece idarelerde yerine getirilmesi gereken en temel koşulların sağlanıp sağlanmadığı sorgulanmaktadır. Benzer şekilde orta ve ileri seviye bileşenlerin mevcut uygulama düzeyleri değerlendirilmektedir. Ayrıca, idarelerde temel seviye puanlarına göre (en temel koşulların sağlanmasına göre) orta ve ileri seviye bileşenlerin mevcut koşullarda idarelerde uygulanabilirliği de test edilmektedir. Böylece idarelerde su ve atık su yönetimi kapsamında mevcut durum ortaya konulmakta, iyileştirilmesi gereken bileşenler tanımlanmakta, iyileştirilmesi gereken bileşenler kademeli olarak sıralanmaktadır. Önerilen bu sistemin idarelerde sürdürülebilir su ve atık su yönetimi kapsamında kısa, orta ve uzun vadeli planların yapılması ve uygulanmasına katkı sunacağı düşünülmektedir. Böylece idarenin mevcut koşulları, kapasitesi ve teknik koşullarına göre uygun ve uygulanabilir hedeflerin tanımlanması mümkün olacaktır.

Sonuçlar

Bu çalışmada, sürdürülebilir kentsel su ve atık su döngüsünün sağlanması için idarelerde içme suyu, atıksu şebeke ve atık su arıtma bileşenlerinin mevcut durumu, veri kalitesi ve mevcut uygulama düzeylerinin analizini sağlayan özgün bir değerlendirme ve süreç yönetim modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model temel olarak, MDA, VERİ, PADS,

HEDEF ve YÖNTEM olmak üzere 5 matristen oluşmaktadır. Geliştirilen modelde MDA sistemi pilot 3 idarede test edilmiştir. MDA sisteminde temel seviye bileşenler için elde edilen puanlar orta ve ileri seviye bileşenlere göre daha yüksek çıkmıştır. İdare I temel seviye bileşenlerde en yüksek puana sahiptir. Diğer taraftan bu grupta en düşük puanlar İdare III için elde edilmiştir. İdare I'de su ve atık su yönetimi bileşenlerinin oldukça iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu sistemde orta seviye bileşenlerin puanları temel seviye bileşen puanlarına göre daha düşüktür.

Önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi orta seviye bileşenlerin gereksinimleri daha fazla, uygulama koşulları ve uygulanabilirlikleri temel seviye bileşenlere göre daha zordur. Bu nedenle bu sonuç beklenen bir durumdur. İdare I puanlarının diğer iki idare puanlarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Diğer taraftan İdare II and III puanlarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. MDA sisteminde ileri seviye bileşen puanlarının temel ve orta seviye bileşenlere göre daha düşüktür. İleri seviye bileşenlerin uygulanabilmesi için idarelerde temel ve orta seviye bileşenlerin yeterli düzeyde olması beklenmektedir. Bu nedenle temel ve orta seviye bileşen puanlarının düşük olduğu idarelerde ileri seviye bileşen puanlarının da düşük olması beklenen bir durumdur. Genel olarak İdare I puanları diğer iki idare puanlarına göre daha yüksektir. Diğer taraftan İdare II ve III puanlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Bu sistemin uygulanmasında karşılaşılan en temel sorun idarelerde su ve atık su yönetimi uygulamalarının puanlandırılmasıdır. İdarelerde teknik personeller ve/veya karar vericiler sistem performansını daha iyi sunma çabası içinde olmasıdır. Ayrıca, diğer bir sorun idarelerde objektif ve gerçekçi puan verilmesi için gerekli olan rapor ve verilerin yetersiz veya düzensiz olmasıdır. Bu nedenle sistemin doğru bir şekilde uygulanması için idarelerde faaliyetlere ait veri ve belgelerin düzenli saklanması gerekir.

Bu çalışmada önerilen MDA sisteminde su ve atık su yönetimi bileşenlerinin veri kalitesi ve mevcut uygulama düzeyleri kademeli puanlandırma sistemi ile değerlendirilmiştir. Böylece idarelerde yerine getirilmesi gereken en temel koşulların sağlanıp sağlanmadığı sorgulanmaktadır. İdarelerde su ve atık su yönetimi kapsamında mevcut durum ortaya konulmakta, iyileştirilmesi gereken bileşenler tanımlanmakta, iyileştirilmesi gereken bileşenler kademeli olarak sıralanmaktadır. Önerilen bu sistemin idarelerde sürdürülebilir su ve atık su yönetimi kapsamında kısa, orta ve uzun vadeli planların yapılması ve uygulanmasına katkı sunacağı düşünülmektedir.

5. ATIK SU TOPLAMA VE YAĞMURSUYU DRENAJİ SİSTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİMİ İÇİN MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRME MODELİNİN UYGULANMASI

İyi bir şekilde planlanmış ve sahada uygulanmış kentsel alt yapı sistemleri, kentsel gelişim, çevrenin korunması, enerji ve su verimliliği açısından önemli kazanımlar sağlamaktadır. Kanalizasyon ve yağmursuyu sistemleri, kentsel su döngüsü içinde atık suların toplanması ve arıtma tesislerine iletilmesi, şiddetli yağışlarda taşkın riskinin azaltılması ve kentsel su döngüsünde insan ve çevre sağlığı açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle sürdürülebilir bir atık su ve yağmursuyu yönetimi için verilerin doğru ve düzenli ölçülmesi, uygun yöntemlerin seçilmesi ve uygulanması gerekir.

Kanalizasyon ve yağmursuyu sistemlerinin etkin ve sürdürülebilir yönetimi için sağlanması gereken ve ön plana çıkan en temel koşullar aşağıdaki gibidir;

- Sistemdeki bileşenlerin düzenli ölçülmesi, veri kalitesinin ve tutarlılığın sorgulanması
- Verilerin izlenmesi ve sistematik analizlerin yapılması için GIS şebeke ve bileşen veri tabanının güncel olması ve güncelleme programının oluşturulması
- Hidrolik verilerin ve sistem parametrelerinin gerçek zamanlı izlenmesi için altyapının iyileştirilmesi
- Şebeke işletme verimliliğinin sağlanması için, varlık yönetiminin planlanması, hasar risklerinin tanımlanması, şebeke yenileme politikasının geliştirilmesi, performans izleme sisteminin oluşturulması
- Taşkın risklerinin ortaya konulması için verilerin düzenli ölçülmesi, izleme sisteminin kurulması

Su idarelerinde tüm bu faaliyetlerin düzenli bir şekilde yapıldığının denetlenmesi, eksikliklerin tanımlanması ve iyileştirme programının oluşturulması oldukça önemli ve kritiktir. Ancak bunun için ölçülebilir ve uygulanabilir ölçütlere göre değerlendirme ve izleme modelinin geliştirilmesi gerekir. Ayrıca geliştirilen modelin de idarede sistematik uygulanması, kurum dışındaki uzmanlar tarafından denetlenmesi ve değerlendirilmesi objektif bir analiz için kritik öneme sahiptir.

Bu çalışmada kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde, verilerin kalitesinin sorgulanması, yöntemlerin mevcut uygulama düzeylerinin değerlendirilmesi için geliştirilen mevcut durum değerlendirme modeli uygulanmıştır. Önerilen değerlendirme sistemi kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi uygulamalarını kapsayacak şekilde toplam 54 bileşen içermektedir. Bunun için bileşenlerin 0 ile 5 arasında puanlandırılmasını sağlayan özgün bir puanlandırma sistemi önerilmiştir. Bu puanlandırma sistemi ile her bir bileşenin mevcut durumu kademeli olarak (çok kötü, kötü, yetersiz, başlangıç, iyi ve çok iyi) sınıflandırmaktadır. Geliştirilen sistem pilot 3 atık su arıtma tesisinde test edilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında zayıf ve güçlü yönler belirlenmektedir. Zayıf yönler için uygun, ulaşılabilir ve kademeli hedefler tanımlanmaktadır. Böylece kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında, mevcut durum gerçekçi bir şekilde ortaya konulmakta, zayıf ve güçlü yönler belirlenmekte ve uygun hedefler tanımlanmakta ve karar vericiler için yol haritası sunulmaktadır.

Mevcut durum değerlendirme sisteminin temel amacı;

- (i) Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde kullanılan verilerin kalitesinin sorgulanması,
- (ii) Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi için uygulanan yöntemlerin mevcut uygulama düzeyinin değerlendirilmesi,
- (iii) Kanalizasyon ve yağmursuyu kapsamında zayıf ve güçlü yönlerin belirlenmesi,
- (iv) Mevcut duruma göre en uygun iyileştirme hedeflerinin tanımlanması.

Mevcut durum değerlendirme sistemi, atık su sistemlerinin işletilmesi ve yönetilmesi faaliyetlerini kapsayan bileşenleri (54 bileşen) içermektedir. Mevcut durum değerlendirme, kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi için gerekli olan verilerin kalitesini tanımlamaktadır. Bunun için mevcut durum değerlendirme sistemi bileşenleri ile veriler doğrudan ilişkilendirilmiştir. Bu bileşenler, kanalizasyon ve yağmursuyu sistemlerinin yönetilmesi ve işletilmesi, veri tabanları ve izleme sistemleri, şebeke, bacalar ve diğer elemanların bakım-onarım ve izleme faaliyetleri, hidrolik model ve master plan, taşkın risk analiz ve değerlendirme, varlık yönetimi stratejisi, ekonomik analiz, performans analiz ve değerlendirme, personel ve ekip yönetimi uygulamalarını içermektedir. Bunun için detaylı literatür incelemesi ve saha tecrübesi temel alınmıştır.

Bu sistemde bileşenler, “Temel Seviye”, “Orta Seviye” ve “İleri Seviye” şeklinde sınıflandırılmıştır (Tablo 5.1, 5.2, 5.3). Bu gruplandırmada, bileşenlerin sahada uygulanabilirlikleri, gereksinimleri (veri, teknolojik alt yapı, öncesinde uygulanması gereken yöntem veya süreçler), zorluk seviyeleri ve ekonomik gereksinimler dikkate alınmıştır. İdarede puanlandırma sonuçları bu seviyeler için ayrı ayrı değerlendirilirken aynı zamanda tüm matris için genel değerlendirme yapılmaktadır. Burada amaç idarenin her bir uygulama seviyesinde mevcut durumunun ne aşamada olduğunu ortaya koymaktır. Böylece iyileştirmede öncelikli alt bileşenlerin belirlenmesinde referans oluşturacak bilgiler üretilecektir.



Tablo 5.1 Atık su yönetimi uygulamalarının temel seviye bileşenleri için puanlama yapısı

Temel Seviye Bileşenler	Çok Kötü 0	Kötü 1	Yetersiz 2	Başlangıç 3	İyi 4	Çok İyi 5
Atık su Şebeke Yönetimi için Birim ve Ekip Yeterliliği (ID1)	Atık su yönetimi için birim ve ekip yok	Atık su şebeke yönetimi için ekip yetersiz, ekibin iyileştirilmesi için çalışma yapılıyor	Atık su şebeke yönetiminden sorumlu var ancak birimde atık su yönetiminde yeterli tecrübeye sahip personel eksik, sadece arıza onarımları konusunda tecrübe var,	Kurumda Atık su şebeke yönetiminden sorumlu birim var, temel seviye yönetimlerin uygulanmasında tecrübesi var, hidrolik model, analiz, arıza yönetimi için ayrı ekip oluşturulması planlanıyor.	Atık su şebeke yönetimi için birim var, organizasyon yapısı iyi planlanmış, yeni imalat, arıza tespit-onarım, analiz için ayrı ekip oluşturulmuş, diğer birimlerle koordineli çalışma yapılıyor,	Atık su şebeke yönetimi için birim var, organizasyon yapısı iyi planlanmış, arıza tespit-onarım, analiz, hidrolik tasarım ve modelleme, risk analizi için ekip oluşturulmuş ve diğer birimlerle koordineli çalışıyor
Atık su Şebeke Yönetiminde Personel Planlama ve Verimlilik Yönetimi (ID2)	Atık su şebeke yönetimi konusunda personel planlama ve verimlilik ile ilgili bir çalışma bulunmuyor.	Atık su şebeke yönetimi konusunda sadece personel organizasyon şeması mevcut ancak görev tanımları doğru yapılmamış, personelin verimi ve performansını artırmaya yönelik bir çalışma yapılmıyor.	Atık su şebeke yönetimi konusunda personel organizasyon şemasının yanında personel görev dağılımları da yapılmış. Personel göreviyle ilgili yetki ve sorumluluklarının farkında Personelin verimi ve performansını artırmaya yönelik bir çalışma planlanıyor.	Birim personellerinin çalışmaları ve mevcut durumları personel değerlendirme formları ile izleniyor, yılda 1 kez teknik eğitim faaliyetleri düzenleniyor.	Personelle değerlendirme formlarının yanında anketler ve swot analizleri ile güçlü ve zayıf yönler belirlenerek eğitim faaliyetleri düzenleniyor.	Personel eğitim durumları ve sorumluluk alanlarıyla ilgili her branşta eğitim faaliyetleri düzenlenerek yılda birkaç kez katkısı değerlendirme formları anketler ve saha gözlemleri ile denetleniyor. Eksik görülen kısımlar için gerekli faaliyetler yapılarak personel performansları takip ediliyor.
Su ve Atık su Yönetiminde Organizasyon Yapısı ve Birimler arası Koordinasyon (ID3)	Su ve atık su yönetiminde ilgili birimler arası koordinasyon yoktur.	Su ve atık su yönetiminde ilgili birimler arası iletişim ve koordinasyon oldukça düşük seviyede, sadece yıllık planlama dönemlerinde toplantı yapılıyor,	Su ve atık su yönetiminde ilgili birimler arası koordinasyon ve iletişim orta seviyede, 3-6 ayda bir toplantı yapılıyor, su ve atık su yönetimi uygulamaları hakkında koordinasyon zayıf	Su ve atık su yönetiminde ilgili birimler arası koordinasyon ve iletişim çok iyi, 1-2 ayda bir toplantı yapılıyor, su ve atık su yönetimi uygulamaları tartışılıyor ve yol haritası oluşturuluyor	Su ve atık su yönetiminde ilgili birimler arası koordinasyon ve iletişim çok iyi, aylık olarak düzenli toplantı yapılıyor, su ve atık su yönetimi uygulamaları tartışılıyor ve yol haritası oluşturuluyor ve üst yönetime rapor sunuluyor	Su ve atık su yönetiminde ilgili birimler arası koordinasyon ve iletişim çok iyi, aylık olarak düzenli toplantı yapılıyor, su ve atık su yönetimi uygulamaları tartışılıyor ve yol haritası oluşturuluyor ve üst yönetime rapor sunuluyor
Bilgi Yönetim Sistemlerinin ve Veritabanlarının Planlanması ve Uygulanması (ID4)	Bilgi yönetim sistemlerinin geliştirilmesi/iyileştirilmesi için herhangi bir çalışma yok	Kurumda en temel bilgi sistemleri (ABYS, faturalandırma, CAD) mevcut, verilerin birim bazında tutulması, doğrulanması sağlanıyor,	Kurumda bazı birimlerde bilgi sistemleri mevcut, verilerin birim bazında tutulması, doğrulanması sağlanıyor,	Birçok birimde doğru çalışan bilgi sistemi mevcut, diğer birimlerde planlama aşamasında, verilerin birim bazında tutulması- doğrulanması sağlanıyor, birbiri ile entegrasyonu için planlama yapılıyor	Birimler doğru çalışan bilgi sistemlerine sahip, verilerin düzenli tutulması ve doğrulanması planlanmış, bazı sistemlerin birbiri ile entegrasyonu var, tümünün entegrasyonu planlanıyor	Kurum, bütünlük olarak doğru bir şekilde çalışan bilgi sistemlerine sahiptir. veriler düzenli olarak tutuluyor ve doğrulanıyor, tüm sistemler birbiri ile entegre çalışıyor
Yıllık Toplanan Atık su Hacmi (ID5)	Atık su hacmi ölçülüyor, sadece tahmin ediliyor.	Artırma tesisi girişinde atık su hacmi ölçümü düzenli değil, cihazların kalibrasyonu yok	Artırma tesisi girişinde atık su hacmi ultrasonik/elektromanyetik debimetre ile ölçülüyor, ölçüm doğruluğu şüpheli, cihaz kalibrasyonu şüpheli durumda yapılıyor	Artırma tesisi girişinde atık su hacmi ultrasonik/elektromanyetik debimetre ile ölçülüyor, ölçüm doğruluğu iyi, cihaz kalibrasyonu düzenli yapılıyor (2-3 yıl)	Artırma tesisi girişinde atık su hacmi ultrasonik/elektromanyetik debimetre ile hassas ve belli bir doğrulukla ölçülüyor, cihazların kalibrasyonu süresi 1-2 yıl	Artırma tesisi girişinde atık su hacmi ultrasonik/elektromanyetik debimetre ile yüksek doğrulukla ölçülüyor, kalibrasyon düzenli yapılıyor (ortalama 1 yıl)
CBS Tabanlı Atık su Şebeke Sistemi (ID6)	CBS tabanlı Atık Su sistemi için çalışma yok	Sistemde mevcut hatların sadece bir kısmı kağıt ortamında veya CAD ortamında mevcut, güncelleme yok, saha	Sistemin belli bir kısmının (%25-50) CBS veri tabanı var, belli bir kısmı CAD veya kağıt ortamında, planlı güncelleme ve saha kalibrasyonu yok	Sistemin belli bir kısmının (%50-75) CBS veri tabanı var, sayısal haritada borular ve bağlantı elemanları var, belli periyotlarda güncelleme	Sistemin %75-90 arası için CBS veri tabanı var, sayısal haritada borular ve bağlantı elemanları var, sistematik bir güncelleme programı var	Sistemin %90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, sayısal haritada borular ve bağlantı elemanları var, sistematik bir güncelleme programı var

Atık Su Şebeke Uzunluğu (ID7)	Sayısal şebeke planı yok, şebeke uzunluğu bilinmiyor	Şebeke toplam uzunluğu bilinmiyor, mevcut hatların sadece bir kısmı kağıt ortamında veya CAD ortamında mevcut, güncelleme yok, saha kalibrasyonu yok	Şebeke uzunluğu yaklaşık hesaplanıyor, belli bir kısmının (% 25- 50) CBS veri tabanı var, belli bir kısmı CAD veya kağıt ortamında, planlı güncelleme ve saha kalibrasyonu yok	Şebeke uzunluğunun belli bir kısmının (% 50- 75) CBS veri tabanı var, sistematik bir güncelleme programı yok, yapıyor	Şebeke uzunluğunun belli bir kısmının (% 75-90) CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor	Şebeke uzunluğunun % 90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor, sanal veri oranı %10'un altında.
Yağmursuyu Şebeke Uzunluğu (ID8)	Sayısal şebeke planı yok, şebeke uzunluğu bilinmiyor	Şebeke toplam uzunluğu bilinmiyor, mevcut hatların sadece bir kısmı kağıt ortamında veya CAD ortamında mevcut, güncelleme yok, saha kalibrasyonu yok	Şebeke uzunluğu yaklaşık hesaplanıyor, belli bir kısmının (% 25- 50) CBS veri tabanı var, belli bir kısmı CAD veya kağıt ortamında, planlı güncelleme ve saha kalibrasyonu yok	Şebeke uzunluğunun belli bir kısmının (% 50- 75) CBS veri tabanı var, sistematik bir güncelleme programı yok, yapıyor	Şebeke uzunluğunun belli bir kısmının (% 75-90) CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor	Şebeke uzunluğunun % 90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor, sanal veri oranı %10'un altında.
Atık su Abone Bağlantı Sayısı (ID9)	Sayısal şebeke planı yok, abone bağlantı sayısı bilinmiyor	Abone bağlantı sayısı için doğru veri yok, şebeke planının bir kısmı kağıt ortamında, belli bir kısmı CAD/CBS (% 0-25) ortamında var, saha kalibrasyonu yok	Yeni imalat yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin belli bir kısmının (% 50- 75) CBS veri tabanı var, belli bir planlı dahilinde güncelleme mevcut (1-2 yıl)	Yeni imalat yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin belli bir kısmının (% 75-90) CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor	Yeni imalat yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin % 90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor	Yeni imalat yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin % 90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor
Muayene Baca Sayısı (ID10)	Sayısal şebeke planı yok, baca sayısı bilinmiyor	Baca sayısı için doğru veri yok, şebeke planının bir kısmı kağıt ortamında, belli bir kısmı CAD/CBS (% 0-25) ortamında, saha kalibrasyonu yok	Yeni yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin belli bir kısmının (% 25- 50) CBS veri tabanı var, belli bir planlı dahilinde güncelleme yok	Yeni imalat yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin % 75-90 arası CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor	Yeni imalat yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin % 90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor	Yeni imalat yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin % 90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor
Parsel Baca Sayısı (ID11)	Sayısal şebeke planı yok, baca sayısı bilinmiyor	Baca sayısı için doğru veri yok, şebeke planının bir kısmı kağıt ortamında, belli bir kısmı CAD/CBS (% 0-25) ortamında, saha kalibrasyonu yok	Yeni yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin belli bir kısmının (% 25- 50) CBS veri tabanı var, belli bir planlı dahilinde güncelleme yok	Yeni imalat yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin % 75-90 arası CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor	Yeni imalat yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin % 90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor	Yeni imalat yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin % 90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor
Atık su Şebeke İnşaatlarının Kontrol Faaliyetleri (ID12)	Kurumda Kontrol ekibi yetersiz, şebeke inşaatlarının kontrolü için rutin bir denetim yapılmıyor.	Şebeke inşaatlarının kontrolleri sınırlı sayıda personelle yapılıyor, denetim sıklığı haftada bir kez tekniker tarafından yapılıyor, raporlama düzenli değil	Şebeke inşaatlarının kontrolleri sınırlı sayıda mühendis/tekniker tarafından yapılıyor, denetim sıklığı haftada en az iki kez mühendis/tekniker tarafından yapılıyor, sorun olduğunda yapılan çalışmalar raporlanıyor (tutanak)	Şebeke inşaatlarının kontrolleri haftada birkaç kez idarenin belirlediği mühendis/tekniker tarafından yapılıyor, imalat kontrolleri yapılıyor, sayısal işleme planları ve malzeme kalite kontrolleri raporlanıyor	Şebeke inşaatlarının kontrolleri haftada birkaç kez idarenin belirlediği mühendis/tekniker tarafından yapılıyor, imalat kontrolleri yapılıyor, gerekli imalat, malzeme kontrolleri yapılıyor, yapılan imalatlar CBS ortamına aktarılıyor.	Şebeke inşaatlarının kontrolleri haftada birkaç kez idarenin belirlediği mühendis/tekniker tarafından yapılıyor, imalat kontrolleri yapılıyor, gerekli imalat, malzeme kontrolleri yapılıyor, yapılan imalatlar CBS ortamına aktarılıyor.
Atık su Şebeke Arıza Bakım-Onarım Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi (ID13)	Bakım-onarım maliyetinin hesaplanması için çalışma yok	Sistem arıza onarımları için maliyet hesabı için yeterli bilgi-tercihe yok ve detaylı saha verisi tutulmuyor, maliyetler	Arıza onarımları için maliyet hesabı yapılıyor, bazı bileşenler için kabul yapılıyor, sistematik güncelleme ve analizlerin iyileştirilmesi için planlama	Şebeke ve parsel bağlantı arıza onarımları için maliyet hesabı saha verilerine göre yapılıyor, 1-2 yılda bir analiz	Şebeke ve parsel bağlantı arıza onarımları için maliyet hesabı saha verilerine göre geliştirilen model ile yapılıyor, yıllık olarak güncelleniyor, maliyet hesabında	Şebeke ve parsel bağlantı arıza onarımları için maliyet hesabı saha verilerine göre geliştirilen model ile yapılıyor, yıllık olarak güncelleniyor, maliyet hesabında (malzeme-işçilik-

			tahmin ediliyor,	yaşılıyor	hesabında (malzeme-işçilik-kazı gibi) tüm bileşenler dikkate alınmıyor, dikkate alınmıyor,	(malzeme-işçilik-kazı gibi) tüm bileşenler dikkate alınmıyor,	kazı gibi) tüm bileşenler dikkate alınmıyor, servis bağlantı-ana hat arıza başına birim maliyetler bilinmiyor,
Çağrı Merkezi Sistemi (ID14)	Çağrı merkezi çalışan sistemi için çalışma yok	Şikâyetler/arızalar Excel'de tutuluyor, detaylı analiz- raporlama-sorgulama yok, abonelere geri dönüş yapılıyorsa, çağrı merkezinin kurulması planlanıyor	Çağrı merkezi var, şikâyetler/arızalar çağrı merkezi üzerinden alınmıyor, analiz-sorgulama yapılmıyor, abonelere geri dönüş yapılıyor.	Şikâyetler/arızalar çağrı merkezi üzerinden alınmıyor ve yönetiliyor, anlık ekip ve çağrı izleme yok. Analiz ve sorgulama sadece yıllık sayılar şeklinde yapılıyor, abonelere geri dönüş yapılıyor.	Düzenli çalışan çağrı merkezi sistemi var, çağrılar sistem üzerinden alınmıyor, ekipler yönlendiriliyor, anlık izleniyor, CBS entegrasyonu ile analiz ve sorgulamalar var grafiksel ve harita üzerinden yapılıyor	Düzenli çalışan çağrı merkezi sistemi var, çağrılar sistem üzerinden alınmıyor, ekipler yönlendiriliyor, anlık izleniyor, CBS entegrasyonu ile analiz ve sorgulamalar var grafiksel ve harita üzerinden yapılıyor	
İçmesuyu/Atık su Şebeke/Atık Su Arıtma İmalat ve İşletme için İş ve İşçi Güvenliği Eğitim Politikası (ID15)	Şebeke imalatlarında çalışan personelinin iş güvenliği eğitimi yok	Personeller Kurumda iş güvenliği eğitimi almıyor, teknik personel bireysel olarak eğitim programına katılıyor, personelin iş güvenliği geliştirme faaliyetleri için çalışma yok	Personelinin iş güvenliği eğitimi geliştirme faaliyetleri az da olsa yapılıyor, personeller eğitime istekli, bilgi-tecrübenin artırılması için başka kurumlarda iyi uygulamalar inceleniyor, destek/egitim için planlama yapılıyor	Personelin iş güvenliği geliştirme faaliyetleri düzenli ve planlı değil, yılda en az 1 eğitim düzenleniyor, personellerin eğitim isteği yüksektir. Bilgi-tecrübenin artırılması için teknik destek/egitim için planlama yapılıyor	Personelin güvenliği eğitimi-kapasite geliştirme faaliyetleri belli bir program dâhilinde yapılıyor, teknik eğitim yılda en az 2-3 defa yapılıyor, iyi uygulamaların incelenmesinin yanı sıra düzenli fuar/çalıştay vb. faaliyetlere katılım planlanıyor	Personelin iş güvenliği eğitimi-kapasite geliştirme faaliyetleri sistematik ve planlı yapılıyor, eğitim videoları ve dokümanlar paylaşılıyor, diğer kurumlardaki iyi uygulamalar yanında inceleniyor, eğitim/fuar vb. faaliyetlere katılım sağlanıyor, ekipman alt yapısı iyileştiriliyor	
CBS Veri Güncelleme ve Doğrulama Faaliyetlerinin İzlenmesi (ID16)	CBS veri güncelleme-doğrulama faaliyetlerinin izlenmesi için çalışma yok	CBS veri güncelleme-doğrulama faaliyetlerinin izlenmesi için veri, bilgi ve tecrübe yetersiz, geliştirme için çalışma yapılıyor	Kurumda CBS birimi var, ilgili daireler bireysel olarak veri girişi ve güncelleme yapıp yapılmadığını kontrol ediyor, rapor yok, takip ve izleme mekanizması yetersiz	Kurumda CBS birimi var, veri girişi-güncelleme gibi çalışmalar bu birim tarafından kontrol ediliyor, en az aylık olarak veri girişi ve güncelleme ile ilgili rapor hazırlanıyor	Kurumda CBS birimi var, veri girişi-güncelleme gibi çalışmalar bu birim tarafından kontrol ediliyor, en az aylık olarak veri girişi ve güncelleme ile ilgili rapor hazırlanıyor	Kurumda CBS birimi var, veri girişi-güncelleme gibi çalışmalar bu birim tarafından kontrol ediliyor, en az haftalık olarak veri girişi ve güncelleme ile ilgili rapor hazırlanıyor, veri girişinde sorumlu birim liderleri bilgilendiriliyor	
Performans İzleme ve Bilgi Sistemlerinin Entegrasyonu (ID17)	Performans izleme sistemi ve entegrasyon için çalışma yok	Performans izleme ve bilgi yönetim sistemi yok, veriler temin edilip Excel'de hesaplanıyor, detay analiz için alt yapı yetersiz	Bireysel çeşitli bilgi sistemlerinden kullanıcı tarafından alınan veriler ile Excel'de performans analizi yapılıyor ve izleniyor, veri girişi-entegrasyon- takip ve izleme mekanizması yetersiz	Performans analizi Excel'de yapılıyor ve izleniyor, aylık ve yıllık değişimler analiz ediliyor, bireysel olarak doğru bir şekilde çalışan bilgi sistemlerine sahip, birbiri ile entegrasyonu için planlama yapılıyor.	Performans izleme sistemi var ancak veri girişleri kullanıcı tarafından giriliyor, bireysel olarak bilgi sistemleri var, bazı sistemlerin performans izleme sistemi ile entegrasyonu tümünün birbiri ile entegrasyonu ve CBS ile entegrasyonu için planlama yapılıyor	Sisteminde veya İzole bölgelerde su kayıp bileşenleri için performans analizi sistem üzerinden yapılıyor, veri tabanlarının CBS ile entegrasyon var, CBS tabanlı analiz yapılıyor ve değişimler haritada izleniyor	
Atık su Şebeke Yenileme Yapılan Bölgelerde Arıza ve Verimlilik Analizi ve İzlenmesi (ID18)	Arıza oranı değişiminin analizi ve izlenmesi için çalışma yok	Arıza kayıtları kâğıt ortamında tutuluyor, detay analiz ve değerlendirme yok, iyileştirme için planlama yapılıyor	Toplam arıza kayıtları için analiz ve sorgulamalar detaylı değil, grafiksel olarak bazı boru özelliklerine göre yapılıyor, göre değişim izleniyor,	Arıza oranı değişimleri ana hat ve servis bağlantı ayırımına göre yapılıyor, önceki ve sonraki duruma için toplam verileri ve fiziksel faktörlere göre değişim izleniyor,	Ana hat ve servis bağlantı ayırımına, fiziksel ve çevresel faktörlere göre önceki ve sonraki durum için konumsal ve zamansal analizler yapılıyor, CBS entegrasyonu var, verimlilik göstergelere göre verimlilik analizi için çalışma yapılıyor	Ana hat ve servis bağlantı ayırımına, fiziksel ve çevresel faktörlere göre önceki ve sonraki durum için konumsal ve zamansal analizler yapılıyor, CBS entegrasyonu var, verimlilik göstergelere göre verimlilik analizi için çalışma yapılıyor	

Tablo 5.2 Atık su yönetimi uygulamalarının orta seviye bileşenleri için puanlama yapısı

Orta Seviye Bileşenler	Çok Kötü 0	Kötü 1	Yetersiz 2	Başlangıç 3	İyi 4	Çok İyi 5
Atık su Şebeke Teknik Personeli için Teknik ve Hidrolik Eğitim Faaliyetleri (ID19)	Atık su teknik personelinin atık su ve yağmursuyu yönetimi kapsamında teknik/hidrolik eğitim faaliyetleri için çalışma yok	Personeller Atık su teknik personelinin atık su ve yağmursuyu yönetimi eğitimi almıyor, teknik personel bireysel olarak eğitim programına katılıyor, personelin teknik eğitimi-kapasite geliştirme faaliyetleri için plan yapılıyor.	Personelin Atık su teknik personelinin atık su ve yağmursuyu yönetimi eğitim faaliyetleri planlı değil, personeller eğitime istekli, temel atık su yönetimi ve hidrolik eğitimi için planlama yapılıyor	Kurumda personelin temel atık su yönetimi ve hidrolik eğitimi yılda en az 1 defa olacak şekilde yapılıyor, yağmursuyu ve taşkın yönetimi ve azalma yöntemleri kapsamında teknik eğitim faaliyetleri için planlanıyor, sistematik yapılıyor,	Kurumda personelin Atık su teknik personelinin atık su ve yağmursuyu/taşkın yönetimi kapsamında teknik eğitim faaliyetleri yıllık planlanıyor, sistematik yapılıyor,	Kurumda personelin Atık su teknik personelinin atık su ve yağmursuyu yönetimi teknik eğitimi yapılıyor, farklı kurumlarda yapılan eğitimlere personeller belli bir programa göre gönderiliyor
Atık su Şebeke Yönetiminin Bileşenlerinin Yönetilmesi için Yol Haritası (ID20)	Atık su sistem bileşenlerinin yönetilmesi için herhangi bir yol haritası için çalışma yok	Kurumda atık su faaliyetleri hakkında yeterli bilgi, tecrübe yok, sadece şikâyet üzerine saha uygulamaları yapılmaktadır.	Atık su yönetiminde temel yöntemler için yol haritası hazırlanması ve saha çalışmaları için izlenecek yolun belirlenmesi planlanıyor ve akış diyagramları yetersiz	Atık su sistem bileşenlerinin yönetiminde ana bileşenlerin yönetilmesi için program ve stratejik plan mevcut, temel yöntemler için yol haritası hazır, saha çalışmaları için izlenecek yol belirlenmiş, F/M analiz standardı oluşturulmuş, hesaplamaları yapılmış ve akış diyagramları yetersiz	Atık su sistem bileşenlerinin yönetilmesi için program ve stratejik plan var, uygulanacak yöntemler için izlenecek yol belirlenmiş, F/M analiz standardı oluşturulmuş, hesaplamaları yapılmış ve akış diyagramları oluşturulmuş	Atık su sistem bileşenlerinin yönetilmesi için program ve stratejik plan var, uygulanacak yöntemler için izlenecek yol belirlenmiş, F/M analiz standardı oluşturulmuş, bunlar belge ve rapor haline dönüştürülmüş ve kullanıma açık, hesaplamaları ve akış diyagramları oluşturulmuş
Atık su Şebeke Yönetiminde Uygulanan Yöntemlerin ve Süreçlerin Raporlanması ve Bilgilendirilmesi (ID21)	Kurumun atık su şebeke yönetimi ile ilgili raporlama sistemi için çalışma yok	Atık su şebeke yönetiminde uygulanan yöntem ve süreçlerle ilgili düzenli raporlama ve bilgilendirme sistemi yok, iyileştirme için planlama yapılıyor,	Atık su şebeke yönetimi uygulamaları/süreçlerine ait veriler ilgili birimlerce bireysel olarak tutuluyor, faaliyetler ile ilgili özet raporları ve bilgileri içeren basit bilgilendirme programı var	Sistem/şebeke için yıllık olarak yapılan çalışmalar ve süreçler kaydediliyor, faaliyetler ile ilgili yıllık özet raporları ve bilgileri içeren bilgilendirme programı var, bu raporlara ilgililer ulaşabiliyor ve inceliyor	Sistem/şebeke bileşenleri için uygulanan süreç ve yöntemlere ait bilgiler sistem üzerinden tutuluyor (6-12 ay), faaliyetler ile ilgili raporları ve bilgileri içeren bilgilendirme programı var, bu raporlara ilgililer ulaşabiliyor	Sistem/şebeke bileşenleri için süreç ve yöntemlere ait veriler tutuluyor, ileri seviye analizler sistem üzerinden yapılıyor ve kaydediliyor, kurumun faaliyetleri ile ilgili detay raporlar düzenli hazırlanıyor (aylık ve yıllık), teknik personel ve karar vericilerin kullanımına açık
CBS Tabanlı Yağmursuyu Sistemi (ID22)	CBS tabanlı Yağmur Suyu sistemi için çalışma yok	Sistemde mevcut hatların sadece bir kısmı kâğıt ortamında veya CAD ortamında mevcut, güncelleme yok, saha kalibrasyonu yok	Sistemin belli bir kısmının (% 25- 50) CBS veri tabanı var, belli bir kısmı CAD veya kâğıt ortamında, planlı güncelleme ve saha kalibrasyonu yok	Sistemin belli bir kısmının (% 50- 75) CBS veri tabanı var, sayısal haritada borular ve bağlantı elemanları var, belli periyotlarda güncelleme yapılıyor	Sistemin % 75-90 arası için CBS veri tabanı var, sayısal haritada borular ve bağlantı elemanları var, sistematik bir güncelleme programı var	Sistemin % 90'ından fazlasının CBS veri tabanı var, sayısal haritada borular ve bağlantı elemanları var, sistematik bir güncelleme programı var
Atık su Arıza Yönetim Sistemi (CBS ileEntegre) (ID23)	Arıza yönetim sistemi için çalışma yok	Arızalar Excel'de tutuluyor, detaylı analiz-raporlama ve sorgulama yapılmıyor, sistem kurulması planlanıyor	Arızalar çağrı merkezi üzerinden alınıyor, analiz-sorgulama yapılmıyor, abonelere geri dönüş yapılıyor.	Arızalar çağrı merkezi üzerinden alınıyor ve ekip izleme yok. Analiz/sorgulama sadece yıllık sayılar şeklinde yapılıyor, abonelere geri dönüş yapılıyor.	Düzenli bir arıza yönetim sistemi var, çağrılar sistem üzerinden alınıyor, yönetiliyor, ekipler yönlendiriliyor, anlık izleniyor, entegrasyonu ile analiz ve sorgulamalar var grafiksel analiz ve raporlama var	Düzenli bir arıza yönetim sistemi var, çağrılar sistem üzerinden alınıyor, yönetiliyor, ekipler yönlendiriliyor, anlık izleniyor, entegrasyonu ile analiz ve sorgulamalar var grafiksel analiz ve raporlama var

CBS Tabanlı Izgara/Mazgal Yönetim Sistemi (ID24)	CBS tabanlı mazgal sistemi için çalışma yok	Sistemde mevcut mazgal/izgaraların sadece bir kısmı kağıt ortamında veya CAD ortamında mevcut, güncelleme yok.	Sistemin belli bir kısmının (% 25- 50) CBS veri tabanı var, belli bir kısmı CAD veya kağıt ortamında, planlı güncelleme ve saha kalibrasyonu yok	Izgara bakım ve temizlik faaliyetleri sistematik planlama yok yıllık olarak izgaraların belli bir kısmı (% 25-50) için bakım-temizlik yapılıyor, iyileştirme için planlama yapılıyor	Izgara bakım ve temizlik faaliyetleri sistematik planlama var, yıllık olarak izgaraların belli bir kısmı (% 50-75) CBS veri tabanı var, sayısal haritada belli periyotlarda güncelleme yapılıyor	Izgara bakım ve temizlik faaliyetleri sistematik planlama var, yıllık olarak izgaraların belli bir kısmı (% 75-90) için bakım-temizlik yapılıyor, Verileri düzenli CBS'ye giriliyor, CBS entegrasyonu ile detaylı analiz ve sorgulama yapılıyor	Sistemin % 90'ından fazlasının CBS veri tabanı var, sayısal haritada mazgal/izgara var, sistematik bir güncelleme programı var
Yağmursuyu Izgara Bakım ve Temizlik Programı (ID25)	Izgara bakım ve temizlik yönetim sistemi için çalışma yok	Izgara bakım ve temizlik faaliyetleri sistematik planlama yok yıllık olarak izgaraların belli bir kısmı (% 0-25) için bakım-temizlik yapılıyor, iyileştirme için planlama yapılıyor	Izgara bakım ve temizlik faaliyetleri sistematik planlama yok yıllık olarak izgaraların belli bir kısmı (% 50-75) için bakım-temizlik yapılıyor, analiz sorgulama toplam sayılar üzerinden yapılıyor	Izgara bakım ve temizlik faaliyetleri sistematik planlama var, yıllık olarak izgaraların belli bir kısmı (% 75-90) için bakım-temizlik yapılıyor, Verileri düzenli CBS'ye giriliyor, CBS entegrasyonu ile detaylı analiz ve sorgulama yapılıyor	Izgara bakım ve temizlik faaliyetleri sistematik planlama var, yıllık olarak izgaraların belli bir kısmı (% 75-90) için bakım-temizlik yapılıyor, Verileri düzenli CBS'ye giriliyor, CBS entegrasyonu ile detaylı analiz ve sorgulama yapılıyor	Izgara bakım ve temizlik faaliyetleri sistematik planlama var, yıllık olarak izgaraların belli bir kısmı (% 75-90) için bakım-temizlik yapılıyor, Verileri düzenli CBS'ye giriliyor, CBS entegrasyonu ile detaylı analiz ve sorgulama yapılıyor	Sistemin % 75-90 arası için CBS veri tabanı var, sayısal haritada mazgal/izgara elemanları var, sistematik bir güncelleme programı var
Abone Atık su Şikayet Verilerinin Tutulması ve Analizi (ID26)	CBS veri güncelleme-doğrulama faaliyetlerinin izlenmesi için çalışma yok	CBS veri güncelleme-doğrulama faaliyetlerinin izlenmesi için veri, bilgi ve tecrübe yetersiz, iyileştirme için çalışma yapılıyor	Kurumda CBS birimi var, CBS atık su şebeke veri tabanı var, atık su daireesi veri girişi-güncelleme gibi çalışmaları kontrol ediyor, en az 1-6 ay arasında veri girişi ve güncelleme yapılıyor	Kurumda CBS birimi var, CBS atık su şebeke veri tabanı var, atık su daireesi veri girişi-güncelleme gibi çalışmaları kontrol ediyor, en az aylık olarak veri girişi ve güncelleme ile ilgili rapor hazırlanıyor	Kurumda CBS birimi var, CBS atık su şebeke veri tabanı var, atık su daireesi veri girişi-güncelleme gibi çalışmaları kontrol ediyor, en az aylık olarak veri girişi ve güncelleme ile ilgili rapor hazırlanıyor	Kurumda CBS birimi var, CBS atık su şebeke veri tabanı var, atık su daireesi veri girişi-güncelleme gibi çalışmaları kontrol ediyor, en az aylık olarak veri girişi ve güncelleme ile ilgili rapor hazırlanıyor	Sistemin % 75-90 arası için CBS veri tabanı var, sayısal haritada mazgal/izgara elemanları var, sistematik bir güncelleme programı var
Ayrık Sistem Planlama ve Uygulama Stratejisi (ID27)	Ayrık sistem planlama ve uygulama stratejisi yok.	Yüzdesel olarak şebekenin %0-10 arasında ayrık sistem var. Sadece yeni imara açılan bölgelerde ayrık sistem uygulanıyor, ayrık sistem için uygun alıcı ortam veya yağmursuyu kolektör hatları kullanılabiliyor.	Yüzdesel olarak şebekenin %30-50 arasında ayrık sistem var. Yeni imara açılan bölgelerde ve mevcut birleşik sistemlerin ayrık sistem olarak uygulanıyor, deşarj noktaları için uygun alıcı ortam veya yağmursuyu kolektör hatları kullanılıyor.	Yüzdesel olarak şebekenin %50-70 arasında ayrık sistem var. Yeni imara açılan bölgelerde ayrık sistem tasarımı ve uygulaması yapılıyor. Anıza yoğunluğuna göre birleşik sistemler ayrık sistem olarak tasarlanarak uygulamaya konuluyor. Yağmur suyu uygun alıcı ortama veriliyor.	Yüzdesel olarak şebekenin %50-70 arasında ayrık sistem var. Yeni imara açılan bölgelerde ayrık sistem tasarımı ve uygulaması yapılıyor. Anıza yoğunluğuna göre birleşik sistemler ayrık sistem olarak tasarlanarak uygulamaya konuluyor. Yağmur suyu uygun alıcı ortama veriliyor.	Yüzdesel olarak şebekenin %70 ve üzeri için ayrık sistem var. Yeni imara açılan ve diğer tüm bölgelerde ayrık sistem uygulanıyor. Ayrık sistem olarak iyileştirilmeye çalışılıyor. Artıma tesislerine gelen yağmur suyu için çalışmalar yapılıyor enerji giderleri azaltılmaya çalışılıyor.	Sistemin % 75-90 arası için CBS veri tabanı var, sayısal haritada mazgal/izgara elemanları var, sistematik bir güncelleme programı var
Atık Su Şebeke Sayısallaştırma ve Veri Güncelleme Programı (ID28)	CBS veri güncelleme-doğrulama faaliyetlerinin izlenmesi için çalışma yok	CBS veri güncelleme-doğrulama faaliyetlerinin izlenmesi için veri, bilgi ve tecrübe yetersiz, iyileştirme için çalışma yapılıyor	Kurumda CBS birimi var, CBS atık su şebeke veri tabanı var, atık su daireesi veri girişi-güncelleme gibi çalışmaları kontrol ediyor, en az 1-6 ay arasında veri girişi ve güncelleme yapılıyor	Kurumda CBS birimi var, CBS atık su şebeke veri tabanı var, atık su daireesi veri girişi-güncelleme gibi çalışmaları kontrol ediyor, en az aylık olarak veri girişi ve güncelleme ile ilgili rapor hazırlanıyor	Kurumda CBS birimi var, CBS atık su şebeke veri tabanı var, atık su daireesi veri girişi-güncelleme gibi çalışmaları kontrol ediyor, en az aylık olarak veri girişi ve güncelleme ile ilgili rapor hazırlanıyor	Kurumda CBS birimi var, CBS atık su şebeke veri tabanı var, atık su daireesi veri girişi-güncelleme gibi çalışmaları kontrol ediyor, en az aylık olarak veri girişi ve güncelleme ile ilgili rapor hazırlanıyor	Sistemin % 75-90 arası için CBS veri tabanı var, sayısal haritada mazgal/izgara elemanları var, sistematik bir güncelleme programı var
Ank su Şebeke ve Muayene Baca Bakım-Temizlik Stratejisi (ID29)	Şebeke bakım ve temizlik yönetim sistemi için çalışma yok	Şebeke ve baca bakım ve temizlik sistemi ve planı yok, sadece şikâyet gelen/arıza olan bölgelerde yapılıyor, kayıtlar kağıt ortamında tutuluyor, sorgulama ve analiz için detay yok	Şebeke ve baca bakım ve temizlik sistemi için yıllık plansız belirlenen sokaklarda ve şikâyet gelen bölgelerde yapılıyor, kayıtlar sistem Excel ortamında tutuluyor, sistem kurulması için planlama yapılıyor	Şebeke ve baca bakım-temizlik çalışmaları yıllık belirlenen mahalle/bölgelerde yapılıyor, temizlik yapılıyor, kayıtlar sisteme giriliyor, CBS şebeke/baca veri sayısallaştırması yapılıyor	Şebeke ve baca bakım ve temizlik çalışmaları yıllık belirlenen mahalle/bölgelerde yapılıyor, temizlik yapılıyor, kayıtlar sisteme giriliyor, CBS şebeke/baca veri sayısallaştırması yapılıyor	Şebeke ve baca bakım ve temizlik çalışmaları yıllık belirlenen mahalle/bölgelerde yapılıyor, temizlik yapılıyor, kayıtlar sisteme giriliyor, CBS şebeke/baca veri sayısallaştırması yapılıyor, birim liderleri bilgilendiriliyor	Sistemin % 75-90 arası için CBS veri tabanı var, sayısal haritada mazgal/izgara elemanları var, sistematik bir güncelleme programı var
Atık su Arızaları Üzerinde Etkili Faktörlerin Analizi	Arıza üzerinde etkili faktörlerin analizi için çalışma yok	Arıza yönetim sistemi yok, arıza kayıtları kağıt ortamında tutuluyor, detay	Arıza kayıtları arıza yönetim sistemi üzerinden alınıyor ve kaydediliyor, ana hat ve parsel/mazgal bağlantı ayrımı var,	Arıza kayıtları sistem üzerinden alınıyor ve kaydediliyor, ana hat ve parsel/mazgal bağlantı ayrımı var,	Arıza kayıtları sistem üzerinden alınıyor ve kaydediliyor, ana hat ve parsel/mazgal bağlantı ayrımı var,	Arıza kayıtları arıza yönetim sistemi üzerinden alınıyor ve kaydediliyor, ana hat ve parsel/mazgal bağlantı ayrımı var,	Sistemin % 75-90 arası için CBS veri tabanı var, sayısal haritada mazgal/izgara elemanları var, sistematik bir güncelleme programı var

(ID30)	analiz ve değerlendirme yok	analiz ve değerlendirme yapıyor	sadece grafiksel olarak bazı boru özelliklerine göre yapıyor	özelliklerine göre konumsal ve zamansal analizler yapıyor, hidrolik ve çevresel faktörlerin analizi için planlama yapıyor	fiziksel ve çevresel faktörlere göre konumsal ve zamansal analizler yapıyor, CBS entegrasyonu ve çap/boru malzeme cinsi değişimine göre analiz için çalışma devam ediyor	mevcut, ana hat ve parse/mazgal bağlantı ayırımına göre CBS tabanlı analiz yapıyor, fiziksel, çevresel ve hidrolik faktörlere göre konumsal ve zamansal analiz yapıyor,
İçmesuyu-Atık su-Arıtma-Yatırım Dairelerinin Yıllık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi (ID31)	Dairelerin yıllık faaliyetleri içerisinde tamamladığı çalışmalar için herhangi bir değerlendirme ve izleme programı yok.	Yatırımlar ile ilgili sadece yıllık raporlamalar Excel ile tutuluyor, üst yöneticilere sunuluyor, yıllık değerlendirme sunumları yapılmıyor	Yatırım faaliyetleri belli periyotlarda (3-6 ay) raporlanıyor, üst yöneticilere sunuluyor, yıllık değerlendirme sunumu yapılmıyor.	Yatırım faaliyetleri belli periyotlarda (1-3 ay) raporlanıyor, üst yöneticilere sunuluyor, yıllık değerlendirme sunumu yapılmıyor.	Yatırım faaliyetleri düzenli raporlanıyor, takip ediliyor ayrıca aylık olarak BYS tabloları ile toplanarak üst yöneticilerin de takip etmesi sağlanıyor.	Düzenli raporlamanın yanı sıra aylık ve yıllık olarak değerlendirme ve izleme çalışmaları yapılıyor. Yapılan faaliyetler koordinasyonu toplantıları ve yıllık sunumlar ile tüm idare ile paylaşılıyor, hedefler belirleniyor.
Atık su Arıtma Yönetim Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi (ID32)	Sadece atık su arıtma maliyeti hesaplanıyor, arıza onarım ve diğer maliyetlerin hesaplanması için yeterli bilgi ve tecrübeye yok.	Sadece atık su arıtma maliyeti hesaplanıyor, arıza onarım ve diğer maliyetlerin hesaplanması için yeterli bilgi ve tecrübeye yok.	Bazı tesisler için (%50'nin altında) maliyetler hesaplanıyor, arıza onarım maliyeti hesabı yapıyor, maliyet hesaplarında bazı bileşenler için kabul yapıyor.	Ana arıtma tesisi için arıtma maliyetleri düzenli olarak hesaplanıyor ve izleniyor. Arıza onarımları tesis ve saha verilerine göre yapıyor.	Tesis bakım-onarım için maliyet hesabı saha verilerine göre geliştirilen model ile yapıyor, yıllık olarak güncelleniyor, maliyet hesabında tüm bileşenler dikkate alınıyor, ekipman-enerji-su kalitesi-personel yönetimi için birim maliyetler biliniyor,	Tesis bakım-onarım için maliyet hesabı saha verilerine göre geliştirilen model ile yapıyor, yıllık olarak güncelleniyor, maliyet hesabında tüm bileşenler dikkate alınıyor, ekipman-enerji-su kalitesi-personel yönetimi için birim maliyetler biliniyor,
Atık su Şebeke Yenileme Maliyetinin ve Faydanın Analizi ve İzlenmesi (ID33)	Şebeke yenilemede ilk yatırım maliyetleri biliniyor, önceki ve sonraki koşulların analizi için yeterli bilgi veri ve tecrübeye yok,	Şebeke yenilemede ilk yatırım maliyetleri biliniyor, önceki ve sonraki koşulların analizi için yeterli bilgi veri ve tecrübeye yok,	Fayda maliyet analizi standardı yok, şebeke yenileme maliyetleri biliniyor, önceki ve sonraki koşullar için arıza sayıları üzerinden fayda analizi yapıyor, detay analiz için iyileştirme planlanıyor.	Fayda maliyet analizi standardı planlanıyor, şebeke yenileme maliyetleri biliniyor, pilot bölgelerde önceki ve sonraki koşullar için arıza sayıları ve sızıntılar üzerinden fayda analizi yapıyor	Fayda maliyet analizi yapıyor, şebeke yenileme maliyetleri, önceki ve sonraki koşullar için işletme maliyetleri ve kazanımlar detaylı hesaplanıyor, arıza/tıkama/taşma gibi temel bileşenlerin maliyetleri izleniyor,	Fayda maliyet analizi yapıyor, şebeke yenileme maliyetleri, önceki ve sonraki koşullar için işletme maliyetleri ve kazanımlar detaylı hesaplanıyor, arıza/tıkama/taşma gibi temel bileşenlerin maliyetleri izleniyor, CBS ile entegrasyonu var
Atık su Şebeke Yönetim Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi (ID34)	Sadece temel parametrelerin maliyeti hesaplanıyor, arıza onarım maliyet hesabı için yeterli bilgi-tecrübeye yok	Sadece temel parametrelerin maliyeti hesaplanıyor, arıza onarım maliyet hesabı için yeterli bilgi-tecrübeye yok	Sadece şebeke arıza maliyetleri hesaplanıyor. Maliyet hesaplarında bazı bileşenler için kabul yapıyor.	Sistemde şebeke, muayene bacası arızaları maliyetleri hesaplanıyor. Diğer maliyetler için kabul yapıyor. Arıza onarımları saha verilerine göre yapıyor.	Şebeke, parsel hattı, muayene bacası, parsel bacası arızaları ve temizlik, görüntüleme maliyetleri saha verilerine göre yıllık onarımları saha verilerine göre yapıyor.	Tüm arıza türlerine göre farklı arıza onarım maliyetleri saha verilerine göre yıllık hesaplanabiliyor. Malzeme yanında işçilik, yakıt, personel giderleri ayrı ayrı yapılarak hesaplanabiliyor.
Endüstriyel Atık Üreten Tesislerin İzlenmesi ve Denetimi (ID35)	Endüstriyel atık üreten tesislerin izlenmesi ve denetimi için bir çalışma programı bulunmuyor.	Endüstriyel atık üreten tesislerin bilgileri kurumda mevcut, bu tesislerin belli bir kısmı (%0-25) denetleniyor, raporlanıyor	Endüstriyel atık üreten tesislerin bilgileri kurumda mevcut, bu tesislerin belli bir kısmı (%25-50) denetleniyor, raporlanıyor	Endüstriyel atık üreten tesislerin bilgileri kurumda mevcut, bu tesislerin belli bir kısmı (%75-90) denetleniyor, raporlanıyor, Gerektiği deşarj parametrelerini sağlamayan tesisler için yaptırım politikaları uygulanıyor.	Endüstriyel atık üreten tesislerin bilgileri kurumda mevcut, bu tesislerin belli bir kısmı (%90'dan fazla) denetleniyor, raporlanıyor, Gerektiği deşarj parametrelerini sağlamayan tesisler için yaptırım politikaları uygulanıyor.	Endüstriyel atık üreten tesislerin bilgileri kurumda mevcut, bu tesislerin belli bir kısmı (%90'dan fazla) denetleniyor, raporlanıyor, Gerektiği deşarj parametrelerini sağlamayan tesisler için yaptırım politikaları uygulanıyor.
Atık su Arıtma Tesisi İşletme Performansının Analizi ve İzlenmesi (ID36)	Atık su arıtma tesisinde sadece temel veriler hesaplanıyor. Detaylı veri ve gösterge hesaplama için yeterli bilgi ve tecrübeye yok.	Atık su arıtma tesisinde temel seviye göstergeler hesaplanıyor ve izleniyor. Süreç ve diğer göstergeler için çalışma yapıyor.	Atık su arıtma tesislerinde su kalitesi, teknik verimlilik göstergeleri hesaplanıyor ve izleniyor. Hedef tanımlama yapıyor.	Atık su arıtma tesislerinde su kalitesi, personel, teknik ekipman verimliliği göstergeleri hesaplanıyor ve izleniyor. Hedef tanımlama yapıyor.	Atık su arıtma tesislerinde su kalitesi, teknik, ekonomik, personel, ekipman ve enerji verimliliği göstergeleri hesaplanıyor ve izleniyor. Hedef tanımlama yapıyor.	Atık su arıtma tesislerinde su kalitesi, teknik, ekonomik, personel, ekipman ve enerji verimliliği göstergeleri hesaplanıyor ve izleniyor. Hedef tanımlama yapıyor.

Tablo 5.3 Atık su yönetimi uygulamalarının ileri seviye bileşenleri için puanlama yapısı

İleri Seviye Bileşenler	Çok Kötü 0	Kötü 1	Yetersiz 2	Başlangıç 3	İyi 4	Çok İyi 5
Su ve Atık su Yönetimi Programlarının Teknik ve Ekonomik Denetim Politikası (ID37)	Su ve atık su yönetimi programlarının teknik-ekonomik denetim politikası yok	Su ve atık su yönetimi saha uygulamalarının teknik ve stratejisinin geliştirilmesi için teknik-bilgi alt yapısı yeterli değil. Sadece temel parametreler izleniyor, sorgulanıyor	Sadece bazı bileşenler için maliyet hesapları var ve yıllık denetimler için F/M analizi için yol haritasının hazırlanması ve saha çalışmaları için izlenecek yol belirleniyor,	Temel bileşenler için Excel'de bazı temel bileşenler için faydalar/kazanımlar/maliyetler denetleniyor, analizlerin detaylandırılması ve tüm bileşenlerde olması için planlama yapılıyor	Su ve atık su yönetimi bileşenleri için ekonomik analiz ve F/M analiz denetim politikası var, tüm temel bileşenler için Excel'de oluşturulan faydalar/kazanımlar/maliyetler yolda en az 2 defa izleniyor ve sorgulanıyor, bileşen bazlı düzenli raporlar sorulanıyor, süreç performans göstergeleri düzenli inceleniyor	Su ve atık su yönetimi bileşenleri için ekonomik analiz ve F/M analiz denetim politikası var, geliştirilen sistem ile faydalar/kazanımlar/maliyetler sürekli olarak izleniyor, sorgulanıyor ve denetleniyor, bileşen bazlı düzenli raporlar düzenli denetleniyor, teknik ve ekonomik süreç performans göstergeleri düzenli inceleniyor
Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi için Yıllık Program Oluşturma ve Bütçeleme Politikası (ID38)	Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi için herhangi bir program-plan yok, kısa vadeli planlama ile süreç oluşturulma- bütçeleme politikası yok	Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi için yıllık program-plan yok, kısa vadeli planlama ile süreç yönetiliyor	Atık su Yönetimi için resmi olmayan yıllık program-planlama çalışması yapılıyor, yağmursuyu yönetimi için yıllık planlama yok ve bütçe ayrılmıyor	Atık su yönetiminde yeni hat döşeme ve hat temizliği için yıllık program-planlama ve hedefler mevcut, Hedefler detay analizlere göre değil pratik uygulamaya tecrübesine göre tanımlanmış, yağmursuyu yönetimi için sadece sorununun fazla olduğu bölgelerde yapılıyor	Atık su yönetiminde yeni hat döşeme, hat temizliği, arıza oranlarının azaltılması için yıllık hedefler konuluyor ve planlama yapılıyor, Hedefler detay analizlere göre tanımlanıyor, yağmursuyu yönetimi için yıllık belirli bir uzunlukta yeni imalat hedefi konuluyor	Atık su yönetiminde yeni hat döşeme, hat temizliği, arıza oranlarının azaltılması için yıllık hedefler konuluyor ve planlama yapılıyor, yağmursuyu yönetimi için yıllık analizlere göre tanımlanıyor, analizlere göre tanımlanıyor,
Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi Açısından Mevcut Durum Analizi /Değerlendirme (ID39)	Atık su ve Yağmursuyu yönetimi açısından mevcut durum analizi/değerlendirme için çalışma yok	Atık su ve Yağmursuyu yönetimi bileşenleri kapsamında mevcut durum analizi/değerlendirme çalışmaları planlama aşamasındadır.	Mevcut durum analizi ve değerlendirilmeler, arıza yönetimi, kapasite durumu, izleme yönetim sistemleri, veri, gibi ana başlıklar ve alt bileşenler ile yapılıyor, tüm bileşenler için çalışmalar devam ediyor	Mevcut durum analizi ve değerlendirilmeler, arıza yönetimi, kapasite durumu, izleme yönetim sistemleri, veri, performans göstergeleri, ekonomik analizi gibi başlıklar için Excel'de yapılıyor, sistematik güncelleme için çalışmalar devam ediyor	Mevcut durum analizi ve değerlendirme için kullanılan bir model mevcut, ana başlıklar ve alt bileşenler ile mevcut durum analizi yapılıyor, 1-2 yılda bir güncelleniyor, hedefler buna göre yapılıyor	Mevcut durum analizi ve değerlendirme çalışmaları için kullanılan bir model mevcut, ana başlıklar ve alt bileşenler ile mevcut durum analizi editiliyor, yıllık olarak güncelleniyor, hedefler, stratejik planlar buna göre yapılıyor
Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi için Stratejik Planın Oluşturulması (ID40)	Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi için Stratejik Plan Çalışması Yok	Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi için herhangi bir stratejik plan yok, yeterli veri ve bilgi yok, iyileştirme için çalışma yapılıyor, kısa vadeli planlama ile süreç yönetiliyor	Atık su ve Yağmursuyu yönetimi stratejik planın oluşturulması için kuruma mevcut durum değerlendirme çalışmaları yapılıyor ve model kuruluyor	Kurumda mevcut durum, bütçe, hedefler, personel ve teknik alt yapı analiz editiliyor, ancak kısa dönemli (5 yıllık) Atık su ve Yağmursuyu yönetimi stratejik planı için çalışmalar yapılıyor.	Kurumda mevcut durum, bütçe, hedefler, personel ve teknik alt yapı analiz editiliyor, 5-10 yıllık Atık su ve Yağmursuyu yönetimi stratejik planı var, birimler arası koordinasyon ve iletişim var,	Kurumda mevcut durum, bütçe, hedefler, personel ve teknik alt yapı analiz editiliyor, 5-10 yıllık Atık su ve Yağmursuyu yönetimi stratejik planı var, birimler arası koordinasyon ve iletişim var,
Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli (ID41)	Kurumda Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli için herhangi bir çalışma yok	Kurumda Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli çalışması için yeterli temel veri ve bilgi yok, planlama yapılıyor, veri toplama hazırlığı yapılıyor	Kurumda Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli çalışması için eksik veriler tamamlanıyor, detay analiz ve değerlendirilmeler için çalışmalar devam ediyor	Kurumda Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli çalışması devam ediyor, planlar, riskler, çözüm önerileri için çalışma yapılıyor.	Kurumda Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli var, planlar, riskler, çözüm önerileri mevcut, su ihtiyaç senaryoları belirlenmiş, ödenek azlığından dolayı çalışmalar yavaş ilerliyor.	Kurumda Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli var, planlar, riskler, çözüm önerileri mevcut, su ihtiyaç senaryoları belirlenmiş, çarçevesinde plana uygun çalışmalar yürütülüyor.
Atık su Master Planı (ID42)	Atık su Master planı için herhangi bir	Kurumda atık su master çalışması için yeterli temel	Kurumda atık su master planı için çalışmalar devam	Kurumda atık su master planı var ancak plan ve saha verileri	Kurumda atık su master planı var, plan ve saha verileri kalibre edilmiş	Kurumda atık su master planı var, plan ve saha verileri kalibre edilmiş durumda,

	çalışma yok	veri ve bilgi yok, planlama yapıyor, veri toplama hazırlığı yapılıyor	ediyor, eksik veriler tamamlanıyor, ihtiyaç analizleri ve diğer projeler için çalışmalar devam ediyor	kalibrasyon devam ediyor, plana uygun yeni projeler için hazırlık yapıyor, atık su debi senaryoları belirleniyor	durumda, plana uygun yeni projeler mevcut, atık su debisi senaryoları belirlenmiş, ödenek azlığından dolayı çalışmalar vavaş ilerliyor.	plana uygun yeni projeler mevcut, atık su debisi senaryoları belirlenmiş, yatırım programları çerçevesinde plana uygun çalışmalar yürütülüyor.
Atık su Hidrolik Modeli (ID43)	Sistemde hidrolik model ile ilgili çalışma yok	Hidrolik model oluşturmak için sisteme ait yeterli temel veri-bilgi yok, veri toplama çalışması yapılıyor	Sistemin belli bir bölümü (% 50'den az) veya bazı bölgeler için hidrolik model var ancak kalibrasyon yok,	Sistemin belli bir bölümü (% 50-75 arası) veya bazı bölgeler için hidrolik model ve kalibrasyonu var, CBS entegrasyonu var, CBS entegrasyonu var	Sistemin belli kısmında (% 75-90 arası) veya bazı bölgelerde hidrolik model ve kalibrasyonu var, CBS entegrasyonu var, şebeke işletmede kullanılıyor	Sistemin belli kısmında (% 90'dan fazla) veya bazı bölgelerde hidrolik model ve kalibrasyonu var, CBS entegrasyonu var, şebeke işletmede kullanılıyor
Atık su Şebeke Arıza Oranı Değişiminin İzlenmesi ve Faydalı Ömür Analizi (ID44)	Arıza oranı değişiminin analizi ve izlenmesi için çalışma yok	Arıza kayıtları kağıt ortamında tutuluyor, detay analiz ve değerlendirme yok, iyileştirme için planlama yapılıyor	Toplam arıza kayıtları için analiz ve sorgulamalar detaylı değil, grafiksel olarak bazı boru özelliklerine göre yapılıyor,	Arıza oranı değişimleri şebeke ve parsel bağlantı ayırımına göre yapılıyor, fiziksel faktörlere göre değişim izleniyor, CBS entegrasyonu var, ekonomik ömür analizi için planlama yapılıyor	Şebeke ve parsel bağlantı ayırımına, fiziksel ve çevresel faktörlere göre konumsal ve zamansal analizler yapılıyor, CBS entegrasyonu var, pilot bölgede ekonomik ömür analizi yapılıyor	Şebeke ve parsel bağlantı ayırımına, fiziksel ve çevresel faktörlere göre konumsal ve zamansal analizler yapılıyor, CBS entegrasyonu var, bölgesel olarak ekonomik ömür analizi yapılıyor,
Şebeke Bakım ve Onarım Yönetim Sistemi (CBS ile entegre) (içme suyu+atık su) (ID45)	Şebeke bakım ve onarım yönetim sistemi için çalışma yok	Şebeke bakım ve onarım sistemi ve planı yok, kayıtlar kağıt ortamında tutuluyor, sorgulama ve analiz için detay yok	Şebeke bakım ve onarım faaliyetleri için kayıtlar Excel üzerinde tutuluyor, sistem kurulması için planlama yapılıyor	Şebeke bakım ve onarım faaliyetleri sistem üzerinden yapılıyor, sistematik planlama mevcut değil, analiz sorgulama toplam sayılar üzerinden yapılıyor	İçme suyu alanında sadece izole bölgelerde, atık suda ise belirli bölgelerde şebeke bakım ve onarım verileri düzenli CBS'ye giriliyor, CBS entegrasyonu ile detaylı analiz yapılıyor	Hem içme suyu hem atık su için CBS tabanlı şebeke bakım ve onarım yönetim sistemi var, arıza yoğunluğuna göre CBS entegrasyonu ile analiz ve sorgulamalar yapılıyor
Atık su Yönetimi için Veritabanlarının Birbiri ile Entegrasyonu (CBS-SCADA, CRM, Arıza) (ID46)	Bilgi yönetim sistemlerinin iyileştirilmesi ve entegrasyonu için alt yapı yeterli değil, ancak kurum mevcut durumda ve iyileştirme gerekliliğinin farkında	Bilgi yönetim sistemlerinin iyileştirilmesi ve entegrasyonu için alt yapı yeterli değil, ancak kurum mevcut durumda ve iyileştirme gerekliliğinin farkında	Kurumda, Arıza Yönetim ve CBS gibi bazı bilgi sistemleri var, bilgi yönetim sistemlerinin iyileştirilmesi ve entegrasyonu için alt yapı iyileştiriliyor,	Kurum, bireysel olarak doğru çalışan bilgi sistemlerine (CBS, SCADA, CRM, Arıza Yönetim Sistemi) sahip, birbiri ile entegrasyonu için planlama yapılıyor,	Bireysel olarak doğru bir şekilde çalışan bilgi sistemlerine (CBS, SCADA, CRM, Arıza Yönetim Sistemi) sahip, bazı sistemlerin birbiri ile entegrasyonu var, tümünün entegrasyonu planlanıyor,	Kurum, bütünlük olarak doğru bir şekilde çalışan bilgi sistemlerine (CBS, SCADA, CRM, Arıza Yönetim Sistemi) sahip, tüm sistemlerin birbiri ile entegrasyonu mevcut (CBS tabanlı), veri paylaşımı var
Yağmursuyu Master Planı ve Taşkın Risk Analizi (ID47)	Yağmur suyu master plan ve taşkın risk analizi çalışması mevcut değil.	Kurumda yağmur suyu master planı ve taşkın risk analizi çalışması için yeterli temel veri ve bilgi yok, veri toplama hazırlığı yapılıyor	Yağmur suyu master planı ve taşkın risk analizi için çalışmalar devam ediyor, eksik veriler tamamlanıyor, ihtiyaç analizleri ve diğer projeler için çalışmalar devam ediyor	Yağmur suyu master planı ve taşkın risk analizi çalışması var ancak plan ve saha verileri kalibrasyon devam ediyor, plana uygun yeni projeler için hazırlık yapılıyor, taşkın risk analizi senaryoları belirleniyor	Yağmur suyu master planı ve taşkın risk analizi planı var, plan ve saha verileri kalibre edilmiş durumda, plana uygun yeni projeler mevcut, taşkın risk senaryoları belirlenmiş, ödenek azlığından dolayı çalışmalar vavaş ilerliyor.	Yağmur suyu master planı ve taşkın risk analizi planı var, plan ve saha verileri kalibre edilmiş durumda, plana uygun yeni projeler mevcut, taşkın risk senaryoları belirlenmiş, yatırım programları çerçevesinde plana uygun çalışmalar yürütülüyor.
Atık su Şebeke Sistemi için Varlık Yönetimi Stratejisinin Geliştirilmesi ve İzleme Sisteminin Oluşturulması (ID48)	Varlık yönetimine göre boru yenileme stratejisi için çalışma yok	Sisteme ait tüm varlıklar için güncel envanter bilgileri yok, varlık yönetimi esasına göre izleme ve işletme yapılıyor	Varlık yönetimine göre boru yenileme stratejisi için planlama yapılıyor	Pilot bir bölgede bazı bileşenlerin bakım-işletme ve yönetimi varlık yönetimi esasına göre yapılıyor, boru yenileme stratejisi için iyileştirme devam ediyor	Varlık yönetimi stratejisi ve izleme sistemi var, sistem bileşenlerinin bakım-onarım-izleme faaliyetleri bu stratejiye göre yapılıyor, şebeke ve elemanların yenileme çalışmaları bu stratejiye göre yapılıyor, CBS entegrasyonu var	Varlık yönetimi stratejisi ve izleme sistemi var, sistem bileşenlerinin bakım-onarım-izleme faaliyetleri bu stratejiye göre yapılıyor, şebeke ve elemanların yenileme çalışmaları bu stratejiye göre yapılıyor, CBS entegrasyonu var
Varlık Yönetimine Esas Muayane Bacası- Yağmursuyu Mazgalı Değişirme Stratejisi (ID49)	Varlık yönetimine göre değişirme stratejisi için çalışma yok	Sisteme ait tüm varlıklar için güncel envanter bilgileri yok, varlık yönetimi esasına göre izleme ve işletme yapılıyor	Varlık yönetimine göre malzeme yönetimi ve değiştirme stratejisi için planlama yapılıyor	Pilot bir bölgede bazı bileşenlerin bakım-işletme ve yönetimi varlık yönetimi esasına göre yapılıyor, değiştirme stratejisi için iyileştirme devam ediyor	Varlık yönetimi stratejisi ve izleme sistemi var, sistem bileşenlerinin bakım-onarım-izleme faaliyetleri bu stratejiye göre yapılıyor, değiştirme çalışmaları bu stratejiye göre yapılıyor,	Varlık yönetimi stratejisi ve izleme sistemi var, sistem bileşenlerinin bakım-onarım-izleme faaliyetleri bu stratejiye göre yapılıyor, mazgal ve baca değiştirme çalışmaları bu stratejiye göre yapılıyor, CBS entegrasyonu var

Atık su Şebeke İnşaatlarında ve İşçi Güvenliği Uygulamaları Yapılıyor. İnşaatlarında ve İşçilerin Güvenliğini Sağlamak İçin Çalışılıyor. (ID50)	İş ve işçi güvenliği uygulamaları hakkında her hangi bir çalışma yok.	Atık su şebeke inşaatlarında hem kurum hem de yüklenici firmasıyla yapılan işlerde personel uygulamaları farkında ancak işveren güvenliği çalışmaları sağlanmak ve ekipmanların tamamlanması konusunda isteksiz.	Atık su şebeke inşaatlarında hem kurum hem de yüklenici firma vasıtasıyla yapılan işlerde işverenin uygulamaları konusunda farkındalığı var, ancak denetim mekanizması yeterli değil. Sadece işin başlangıcında yapılan uyarılar ile geçiştiriliyor.	Atık su ve/veya yağmursuyu hatlarında seçilen pilot bölgelerde/noktalarda seviye ölçümleri yapıyor ve/veya ana taşıyıcı hat üzerinde bir noktada debi ölçümleri yapıyor.	Atık su ve/veya yağmursuyu hatlarında seçilen pilot bölgelerde/noktalarda seviye ölçümleri yapıyor ve/veya ana taşıyıcı hat üzerinde bir noktada debi ölçümleri yapıyor.	Atık su ve/veya yağmursuyu hatlarında seçilen pilot bölgelerde/noktalarda seviye ölçümleri yapıyor ve/veya ana taşıyıcı hat üzerinde bir noktada debi ölçümleri yapıyor.	Atık su ve/veya yağmursuyu hatlarında belirli noktalarda (risk oluşturan kritik noktalar, ana taşıyıcı hatlar) seviye ölçümleri düzenli olarak yapılıyor, ana taşıyıcı hatlarda debi ölçümleri yapıyor, SCADA ile izleniyor, şebeke yönetiminde aktif bir şekilde kullanılıyor.	Sürdürülen inşaat çalışmaları sırasında iş ve işçi güvenliği konusunda tüm uygulamalar yapıyor. Güvenlik konusunda denetleme organları mutlaka yazılı ile uyarıların ve eksikleri bildiriyor. Çalışılmayan dönemlerde 3. kişilerin can ve mal güvenliğinin temini için gerekli kontroller ve denetimler yapılıyor. İşveren ve çalışanlar risk ve sorumluluklarının farkında.
Yağmur Suyu Yönetimi için Performans Değerlendirme (Benchmarking) Göstergelerinin Analizi ve İzlenmesi (ID51)	Kıyaslamalı performans değerlendirme sistemi için çalışma yok	Kıyaslamalı performans analizi için Excel'de hesap şablonu oluşturulmuş, verilerin doğruluğu şüpheli, gösterge hesapları yapıyor ancak değerlendirme ve sorgulama yapılmıyor, diğer sistemlerle kıyaslama düzenli yapılmıyor.	Kıyaslamalı performans analizi için Excel'de hesap şablonu var, veriler-değişkenler-gösterge hesapları Excel üzerinden yapıyor, diğer sistemlerle kıyaslama düzenli yapılmıyor, bu analizlerin sistem üzerinden yapılması için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler-değişkenler-gösterge hesapları sistem üzerinden yapıyor, süreç içinde değişimler izleniyor-kıyaslanıyor, diğer sistemlerle kıyaslama yapıyor, verilerin önemli bir kısmı bilgi sistemlerinin entegrasyonu için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler-değişkenler-gösterge hesapları sistem üzerinden yapıyor, süreç içinde değişimler izleniyor-kıyaslanıyor, diğer sistemlerle kıyaslama yapıyor, verilerin önemli bir kısmı bilgi sistemlerinin entegrasyonu için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler-değişkenler-gösterge hesapları sistem üzerinden yapıyor, süreç içinde değişimler izleniyor-kıyaslanıyor, diğer sistemlerle kıyaslama yapıyor, verilerin önemli bir kısmı bilgi sistemlerinin entegrasyonu için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler-değişkenler-gösterge hesapları sistem üzerinden yapıyor, süreç içinde değişimler izleniyor-kıyaslanıyor, diğer sistemlerle kıyaslama yapıyor, verilerin önemli bir kısmı bilgi sistemlerinin entegrasyonu için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler-değişkenler-gösterge hesapları sistem üzerinden yapıyor, süreç içinde değişimler izleniyor-kıyaslanıyor, diğer sistemlerle kıyaslama yapıyor, verilerin önemli bir kısmı bilgi sistemlerinin entegrasyonu için çalışma devam ediyor
Birleşik veya Ayrık Sistemde Hidrolik Parametrelerin Ölçülmesi ve İzlenmesi (ID52)	Bu bileşen için herhangi bir çalışma yok	Atık su ve/veya yağmursuyu hatlarında seviye ölçümü için bilgi-tecrübe ve farkındalık yeterli değil ve/veya ana taşıyıcı hatta ölçüm için planlama yapıyor	Atık su ve/veya yağmursuyu hatlarında seçilen pilot bölgelerde/noktalarda seviye ölçümleri yapıyor ve/veya ana taşıyıcı hat üzerinde bir noktada debi ölçümleri yapıyor.	Atık su ve/veya yağmursuyu hatlarında belirli noktalarda (risk oluşturan kritik noktalar, ana taşıyıcı hatlar) seviye ölçümleri düzenli olarak yapılıyor, ana taşıyıcı hatlarda debi ölçümleri yapıyor, SCADA ile izleniyor, şebeke yönetiminde aktif bir şekilde kullanılıyor.	Atık su ve/veya yağmursuyu hatlarında belirli noktalarda (risk oluşturan kritik noktalar, ana taşıyıcı hatlar) seviye ölçümleri düzenli olarak yapılıyor, ana taşıyıcı hatlarda debi ölçümleri yapıyor, SCADA ile izleniyor, şebeke yönetiminde aktif bir şekilde kullanılıyor.	Atık su ve/veya yağmursuyu hatlarında belirli noktalarda (risk oluşturan kritik noktalar, ana taşıyıcı hatlar) seviye ölçümleri düzenli olarak yapılıyor, ana taşıyıcı hatlarda debi ölçümleri yapıyor, SCADA ile izleniyor, şebeke yönetiminde aktif bir şekilde kullanılıyor.	Atık su ve/veya yağmursuyu hatlarında belirli noktalarda (risk oluşturan kritik noktalar, ana taşıyıcı hatlar) seviye ölçümleri düzenli olarak yapılıyor, ana taşıyıcı hatlarda debi ölçümleri yapıyor, SCADA ile izleniyor, şebeke yönetiminde aktif bir şekilde kullanılıyor.	Atık su ve/veya yağmursuyu hatlarında belirli noktalarda (risk oluşturan kritik noktalar, ana taşıyıcı hatlar) seviye ölçümleri düzenli olarak yapılıyor, ana taşıyıcı hatlarda debi ölçümleri yapıyor, SCADA ile izleniyor, şebeke yönetiminde aktif bir şekilde kullanılıyor.
Atık su Yönetimi için Performans Değerlendirme (Benchmarking) Göstergelerinin Analizi ve İzlenmesi (ID53)	Kıyaslamalı performans değerlendirme sistemi için çalışma yok	Kıyaslamalı performans analizi için Excel'de hesap şablonu oluşturulmuş, verilerin doğruluğu şüpheli, gösterge hesapları yapıyor ancak değerlendirme ve sorgulama yapılmıyor, diğer sistemlerle kıyaslama düzenli yapılmıyor.	Kıyaslamalı performans analizi için Excel'de hesap şablonu var, veriler-değişkenler-gösterge hesapları Excel üzerinden yapıyor, diğer sistemlerle kıyaslama düzenli yapılmıyor, bu analizlerin sistem üzerinden yapılması için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler-değişkenler-gösterge hesapları sistem üzerinden yapıyor, süreç içinde değişimler izleniyor-kıyaslanıyor, diğer sistemlerle kıyaslama yapıyor, verilerin önemli bir kısmı bilgi sistemlerinin entegrasyonu için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler-değişkenler-gösterge hesapları sistem üzerinden yapıyor, süreç içinde değişimler izleniyor-kıyaslanıyor, diğer sistemlerle kıyaslama yapıyor, verilerin önemli bir kısmı bilgi sistemlerinin entegrasyonu için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler-değişkenler-gösterge hesapları sistem üzerinden yapıyor, süreç içinde değişimler izleniyor-kıyaslanıyor, diğer sistemlerle kıyaslama yapıyor, verilerin önemli bir kısmı bilgi sistemlerinin entegrasyonu için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler-değişkenler-gösterge hesapları sistem üzerinden yapıyor, süreç içinde değişimler izleniyor-kıyaslanıyor, diğer sistemlerle kıyaslama yapıyor, verilerin önemli bir kısmı bilgi sistemlerinin entegrasyonu için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler-değişkenler-gösterge hesapları sistem üzerinden yapıyor, süreç içinde değişimler izleniyor-kıyaslanıyor, diğer sistemlerle kıyaslama yapıyor, verilerin önemli bir kısmı bilgi sistemlerinin entegrasyonu için çalışma devam ediyor
Kurumda Yağmursuyu Hasadı Politikası ve Uygulamaları (Bina ve Havzada) (ID54)	Kurumda Yağmursuyu Hasadı Politikası ve Uygulamaları ile ilgili bir çalışma yok.	Kurumda yağmur suyu hasadı konusunda yapılan planlamalar neticesinde, uygun tesis, alt yapı durumları tespit çalışmaları yapılmakta.	Kurumda yağmur suyu hasadı konusunda yapılan uyarılar ile geçiştiriliyor.	Kurumda yağmur suyu hasadı ile ilgili gerekli tüm alt yapılar tamamlanmış durumda. Aktif olarak çalışan sistem sayesinde kazanılan yağmur suyu tesislerde peyzaj işlerinde ve diğer ihtiyaçlar için kullanılmaktadır. İlav olarak depolanan yağmur suları ihtiyaç olacak diğer dönemler için kullanılacak şekilde tasarlanmıştır.	Kurumda yağmur suyu hasadı ile ilgili gerekli tüm alt yapılar tamamlanmış durumda. Aktif olarak çalışan sistem sayesinde kazanılan yağmur suyu tesislerde peyzaj işlerinde ve diğer ihtiyaçlar için kullanılmaktadır. İlav olarak depolanan yağmur suları ihtiyaç olacak diğer dönemler için kullanılacak şekilde tasarlanmıştır.	Kurumda yağmur suyu hasadı ile ilgili gerekli tüm alt yapılar tamamlanmış durumda. Aktif olarak çalışan sistem sayesinde kazanılan yağmur suyu tesislerde peyzaj işlerinde ve diğer ihtiyaçlar için kullanılmaktadır. İlav olarak depolanan yağmur suları ihtiyaç olacak diğer dönemler için kullanılacak şekilde tasarlanmıştır.	Kurumda yağmur suyu hasadı ile ilgili gerekli tüm alt yapılar tamamlanmış durumda. Aktif olarak çalışan sistem sayesinde kazanılan yağmur suyu tesislerde peyzaj işlerinde ve diğer ihtiyaçlar için kullanılmaktadır. İlav olarak depolanan yağmur suları ihtiyaç olacak diğer dönemler için kullanılacak şekilde tasarlanmıştır.	Kurumda yağmur suyu hasadı ile ilgili gerekli tüm alt yapılar tamamlanmış durumda. Aktif olarak çalışan sistem sayesinde kazanılan yağmur suyu tesislerde peyzaj işlerinde ve diğer ihtiyaçlar için kullanılmaktadır. İlav olarak depolanan yağmur suları ihtiyaç olacak diğer dönemler için kullanılacak şekilde tasarlanmıştır.

Geliştirilen sistemde temel seviye uygulamalar altında kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi için idarede sağlanması gereken en temel bileşenler yer almaktadır. Bu grupta yer alan bileşenler şu şekildedir;

- Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi için ekip ve personel durumu, personel planlama ve verimlilik yönetimi, organizasyon ve yönetim yapısı
- Temel şebeke, baca, servis bağlantı ve parsel bacası verileri ve CBS veri tabanları, bilgi yönetim sistemlerinin planlaması, CBS veri tabanlarının güncelleme politikası
- Şebeke inşaat faaliyetlerinin kontrolü, arıza bakım ve onarım maliyetleri, çağrı yönetim sistemi, şebeke inşaat ve işletme faaliyetleri için iş ve işçi güvenliği uygulamaları, performans değerlendirme sistemi, verimlilik ve maliyet analiz ve izleme bileşenleri

Kanalizasyon ve yağmursuyu sistemlerinin etkin, sürdürülebilir ve verimli bir şekilde yönetilmesi için bu grupta yer alan bileşenlerin iyi düzeyde olması beklenmektedir. Ölçülmesi gereken verilerin belirlenmesi, süreçlerin doğru bir şekilde yönetilmesi için personel ve ekip sayısı ve teknik yetenek düzeyi yeterli düzeyde olmalıdır. Şebeke işletme ve yönetim planlarının oluşturulması, yenilenmesi gereken bölgelerin belirlenmesi, bakım onarım programının oluşturulması için şebeke uzunluğu, baca ve servis bağlantı verilerinin düzenli ve güncel olması gerekir. Ayrıca şebeke ve bileşenleri için GIS veri tabanının oluşturulması ve güncelleme politikasının oluşturulması oldukça kritiktir. Arıza oranının azaltılması için şebeke inşaat faaliyetleri kontrol edilmeli, iş ve işçi güvenliği denetim faaliyetleri işletme ve inşaat aşamalarında düzenli olarak yürütülmelidir. Ayrıca, sistem verimliliğin analizi ve izlenmesi, performans değerlendirme sisteminin planlanması sürdürülebilir kanalizasyon yönetimi için önemli kazanım sağlamaktadır.

Görüldüğü gibi, temel seviye uygulamalar altında kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında sağlanması gereken veya idarede yeterli düzeyde olması gereken en temel bileşenler dikkate alınmıştır. Böylece kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında idarede orta ve ileri seviye bileşenlerin uygulanabilirliği için temel seviye bileşenlerin mevcut yeterlilik düzeyleri test edilmektedir.

Mevcut durum değerlendirme sisteminde orta seviye uygulamalar altında, temel bileşenlerde iyi düzeyde olan ve temel koşulları sağlayan idarelerin uygulaması gereken

bileşenler yer almaktadır. Bu sistemde orta seviyede yer alan bileşenlerin zorluk düzeyi, gereksinimleri, maliyetleri temel seviyedeki bileşenlere göre daha yüksek veya fazladır. Bu nedenle bu bileşenlerin puanlarının temel seviyeye göre daha düşük olması beklenen bir durumdur. Orta seviye temel olarak şu bileşenleri içermektedir;

- Süreçlerin daha etkin ve verimli yönetilmesi için yol haritalarının, akış diyagramlarının ve raporlama yapısının oluşturulması, personel teknik eğitim planlaması,
- Arıza yönetim sistemi, GIS yağmursuyu ve mazgal veri tabanları, ayırık sistem planlama politikası, abone şikâyet verilerinin analizi,
- Şebeke verilerinin sayısallaştırma stratejisi, kanalizasyon işletme ve atık su yönetim maliyetlerinin analizi, endüstriyel atık suların izlenmesi ve yönetimi ve atık su arıtma yönetimi için performans analizi

Kanalizasyon ve yağmursuyu şebeke yönetimi için uygulanan yöntemler zaman alıcı ve maliyetli olduğu için, tüm süreçlerin sistematik ve belirli bir düzen içinde yapılması gerekir. Bu nedenle teknik personeller için eğitim planlaması, saha faaliyetleri ve planlamalar için yol haritalarının oluşturulması, raporlama sisteminin geliştirilmesi önemli katkı sunmaktadır. Ayrıca taşkın risklerinin tanımlanması, aşırı yağışlı dönemlerde riskin en aza indirilmesi için yağmursuyu şebeke ve mazgal bilgilerinin güncel olması, bakımlarının düzenli bir şekilde yapılması oldukça kritiktir. Diğer taraftan işletme verimliliğinin izlenmesi için yönetim maliyetlerinin analiz edilmesi, atık su arıtma maliyet ve performansının izlenmesi önemlidir.

Mevcut durum değerlendirme sisteminde ileri seviyedeki bileşenlerin uygulanması temel ve orta seviyedeki bileşenlere göre daha zordur. Bu grupta yer alan bileşenlerin uygulanabilmesi için idarede temel ve orta seviyedeki bileşenlerin yeterli düzeyde olması gerekir. Dolayısıyla bu bileşenlerin uygulanabilmesi, iyi veya orta seviyedeki bileşenlerin uygulama düzeyine bağlıdır. Bu nedenle bu grupta yer alan bileşenlerin puanlarının temel ve orta seviyedeki bileşenlere göre daha düşük olması beklenmektedir.

İleri seviyede yer alan bileşen genel olarak şu bileşenler yer almaktadır;

- Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi için teknik ve ekonomik denetim politikası, yıllık planlama ve bütçeleme stratejisi, mevcut durum analizi
- Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi için stratejik planının oluşturulması, entegre su ve atık su yönetim planı, atık su master planı ve hidrolik model,
- GIS ile entegre bakım onarım sistemi, veri tabanlarının ve bilgi sistemlerinin entegrasyonu, yağmursuyu master planı,
- Varlık yönetimi stratejisi ve işletme politikası, hidrolik verilerin ölçülmesi ve izlenmesi, performans izleme ve analiz, yağmursuyu hasadı.

Kanalizasyon sistemleri çevre ve insan sağlığı açısından kritik öneme sahip olduğu için işletme koşullarının iyi bir şekilde planlanması önemlidir. Bu nedenle bu grupta kanalizasyon sistemlerinin teknik ve ekonomik denetimi, yıllık planların oluşturulması ve mevcut durumun sistematik olarak analizi dikkate alınmıştır. Benzer şekilde, uzun dönemli ve sürdürülebilir yönetim stratejisinin ortaya konulması için, su ve atık su entegre yönetim planının oluşturulması, master planının ve hidrolik modelin oluşturulması referans oluşturacak bilgi ve veri üretmektedir. Mevcutta hizmet veren sistemdeki boruların ve elemanların işletme maliyetinin azaltılması ve sistematik bakım programının oluşturulması için varlık yönetimi stratejisi önemli katkı sunmaktadır. Son olarak tüm bu faaliyetler için veri tabanları ve bilgi sistemleri ve bunların bir biri ile entegrasyonu kritik öneme sahiptir. Bu grupta yer alan bileşenlerin iyi düzeyde olması için kurumun yeterli alt yapı ve kapasiteye sahip olması beklenmektedir.

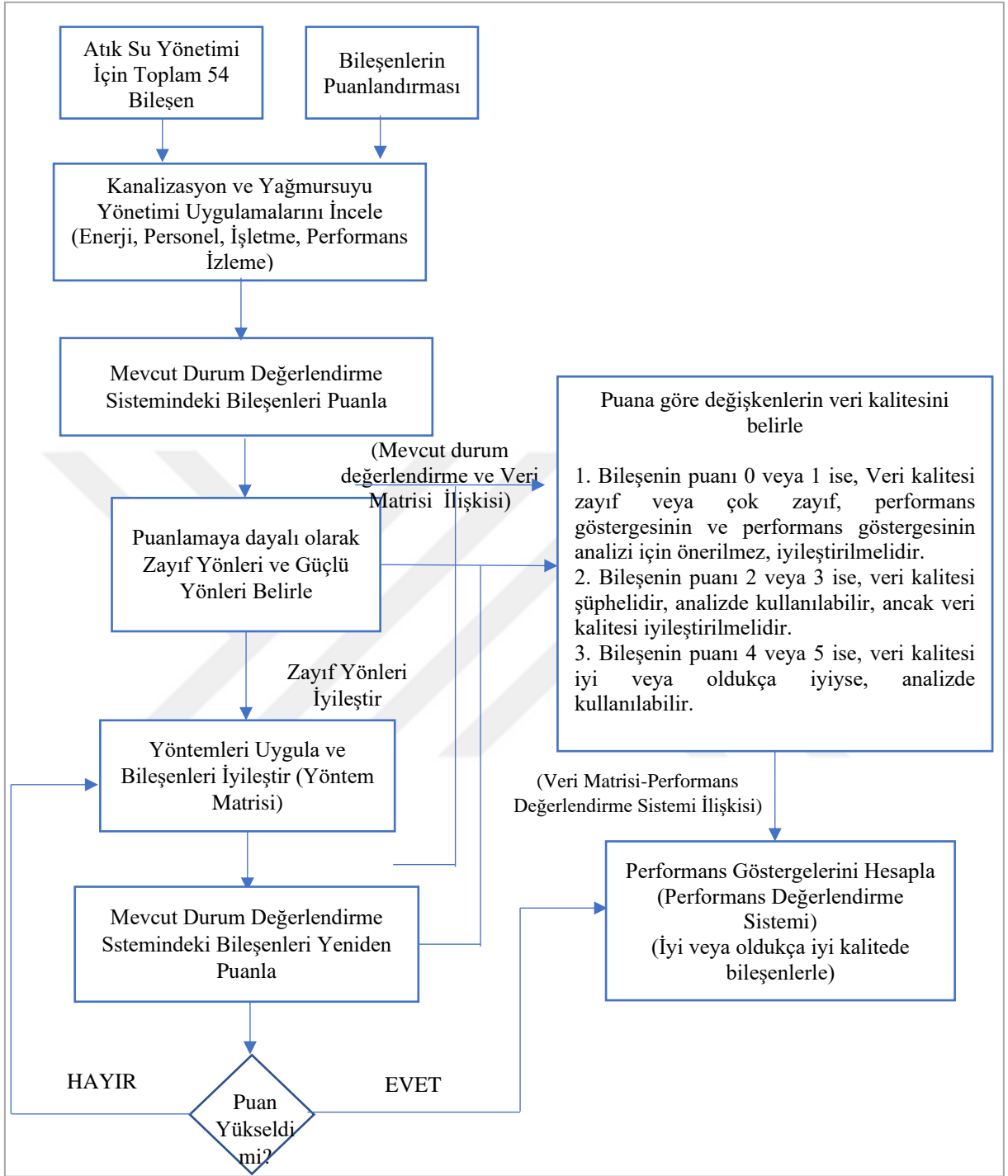
Puanlandırma Sistemi

Bu çalışmada, atık su sistemlerinde veri kalitesinin ve yöntemlerin mevcut uygulama düzeylerinin değerlendirilmesi için özgün bir puanlandırma sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen puanlandırma sisteminde atık su arıtma yönetimi bileşenleri 0 ve 5 arasında puanlandırılmaktadır. Sistemde, puanlandırma yapısı, “çok kötü: 0 puan”, “kötü: 1 puan”, “yetersiz: 2 puan”, “orta: 3 puan”, “iyi: 4 puan” ve “çok iyi: 5 puan” şeklindedir. Böylece her bir alt bileşenin 5 puan üzerinden aldığı puan ve bulunduğu mevcut durum hakkında daha kolay değerlendirme yapılmaktadır. Puanlandırma sistemi önceki bölümlerde detaylandırılmıştır. Buna göre puanların temsil ettiği koşullar aşağıdaki gibi açıklanabilir;

- “0 puan, çok kötü”: idarede bileşene ait planlama, analiz ve veri toplama gibi faaliyetler için herhangi bir çalışma olmadığını ifade eder.
- “1 puan, kötü”: idarede faaliyetler ve analizler için alt yapı, veri, bilgi ve tecrübe eksikliği var, iyileştirme için farkındalık var ve planlama yapılıyor. Bu değerlendirme sisteminde 0 (veri kalitesi çok kötü) ve 1 (veri kalitesi kötü) puan alan bileşenler kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde zayıf yönleri oluşturmaktadır. Bu bileşenlerin kademeli olarak iyileştirilmesi önerilir. Bu kapsamda ilk hedef puan 3 (Hedef I, orta seviye), sonraki hedef puan 4 (Hedef II, iyi seviye) ve en son hedef puan 5 (Hedef III, çok iyi seviye) şeklinde planlanmıştır.
- “2 puan, yetersiz”: idarede bileşene ait, planlama, analizler çok sınırlı, veri toplama ve izleme faaliyetleri yetersiz ancak iyileştirme için çalışma yapılıyor
- “3 puan, başlangıç düzey”: idarede bileşenlere ait planlama, analiz ve uygulamalar başlangıç düzeyinde veya pilot uygulama yapılıyor, veri ölçüm ve izleme en temel seviye için uygun ancak iyileştirme için çalışmalar yapılıyor. Bu değerlendirme sisteminde 2 veya 3 puan alan bileşenler benzer şekilde kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde zayıf yönleri (iyileştirilmesi gereken bileşenleri) oluşturmaktadır. Bu bileşenler performans göstergelerinin analizinde kullanılır. Bu bileşenler için benzer şekilde kademeli hedefler tanımlanmıştır. Bu kapsamda öncelikli hedef puan 4 (Hedef II, iyi seviye) ve sonraki hedef puan 5 (Hedef III, çok iyi) planlanmıştır.

- “4 puan, iyi”: idarede bileşenlere ait planlama, analiz ve uygulamalar sistem genelinde veya birçok noktada yapılıyor, veri ölçüm ve izleme faaliyetleri için alt yapı iyi durumda, daha sistematik bir sistem oluşturmak için çalışmalar yapılıyor. Bu bileşenler kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde güçlü yönleri (veri kalitesi çok iyi) oluşturmaktadır. Bu bileşenin iyileştirilmesi (planlanan hedef puan 5, (Hedef III)) için idarede ekonomik ve teknik altyapı göz önünde bulundurulmalıdır.
- “5 puan, çok iyi” idarede bileşenlere ait planlama, analiz ve uygulamalar sistem genelinde veya alt bölgede yapılıyor, veri ölçüm ve izleme faaliyetleri için alt yapı iyi durumda, faaliyetler bilgi sistemlerin entegrasyonu ile sistematik yapılıyor. Bu bileşenler kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde güçlü yönleri (veri kalitesi çok iyi) oluşturmaktadır. Bu bileşenlerin mevcut durumunun korunması önerilmektedir.

Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında verilerin kalitesinin ve yöntemlerin mevcut uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için geliştirilen modelin yol haritası ve akış diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 Kanalizasyon ve yağmur suyu yönetimi uygulamalarının uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için akış şeması

Sürdürülebilir kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi için geliştirilen değerlendirme sistemi ve puanlandırma yapısının idarelerde kurum dışından uzmanlar tarafından uygulanması gerekir. Bu sistemin idaredeki teknik personel veya karar vericiler tarafından uygulanması durumunda, sistem performansının söz konusu kişiler tarafından yüksek gösterilmeye çalışılabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada pilot idarelerde bileşenler kurum dışından uzmanlar (makaledeki yazarlar) tarafından uygulanmış ve puanlandırılmıştır. Bunun için her bir idarede detaylı inceleme ve değerlendirme yapılmıştır. Her bir bileşen için idarede kanıt, belge, rapor ve bilgi sistemleri esas alınmıştır.

Bu çalışmada önerilen sistemin idarelerde uygulama sonuçlarına göre kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde zayıf ve güçlü yönler tanımlanmıştır. Bu tanımlama esas alınarak bileşenlerin veri kalitesi belirlenmiştir. Ayrıca, her bir bileşenin sahip olduğu mevcut puan esas alınarak kademeli, uygun ve uygulanabilir hedef puanlar tanımlanmıştır. İdarelerde öncelikle zayıf yönlerin iyileştirilmesi için gerekli yöntemlerin uygulanması önerilmektedir. Bu yöntemlerin uygulanması ile bileşenlerin iyileşmesi beklenmektedir. Bu iyileşme düzeyinin değerlendirilmesi için her bir bileşen tekrar puanlandırılmaktadır. Böylece bileşenlerin mevcut durumu, tanımlanan hedef puanlar, süreç içinde iyileşme düzeyi ve performans analizinde kullanılan değişkenlerin veri kalitesi, sistematik olarak ortaya konulmaktadır. Bu değerlendirme sisteminin uygulanması ile kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde karar vericiler ve teknik personel için uygun ve gerçekçi yol haritasının tanımlanması mümkün olmaktadır.

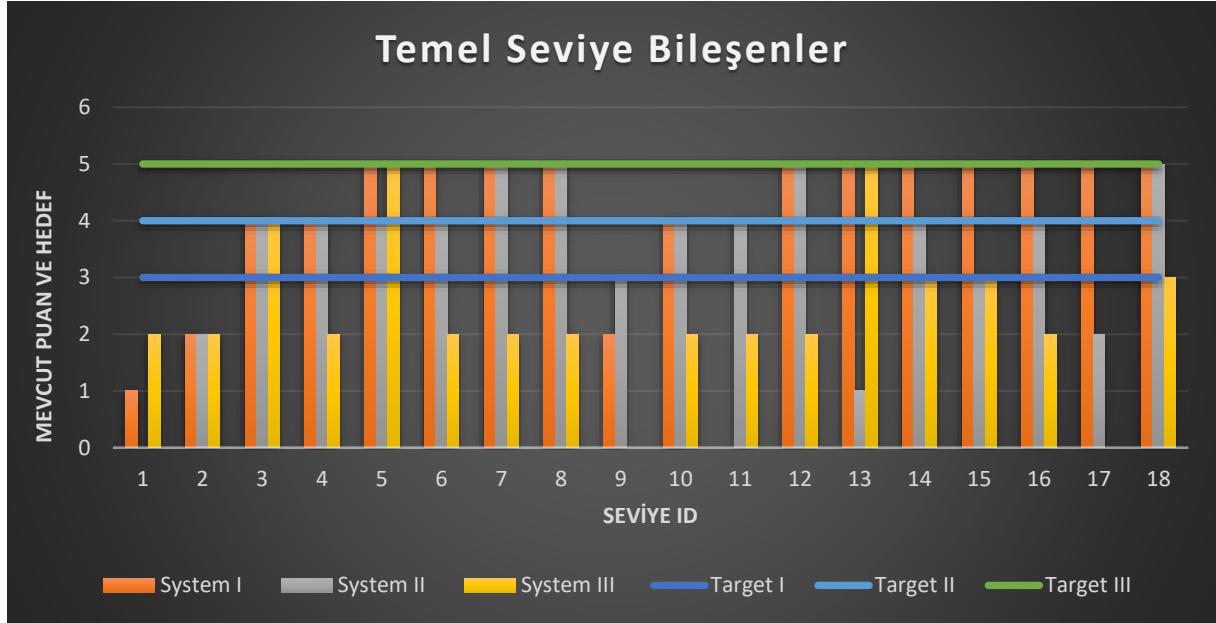
Analiz ve Tartışma

Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi için geliştirilen mevcut durum değerlendirme sistemi pilot 3 idarede uygulanmıştır. Bunun için Türkiye’de bulunan Su idareleri (Malatya Su ve Kanalizasyon İdaresi (Sistem I), Kayseri Su ve Kanalizasyon İdaresi (Sistem II), Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi (Sistem III)) seçilmiştir.

Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında mevcut durum değerlendirme, veri kalitesini ve yöntemlerin mevcut uygulama düzeylerini değerlendirme sistemi idarelerde kurum dışındaki (makale yazarları) uzmanlar tarafından 2022 yılında yapılan incelemelere göre puanlandırılmıştır. Bunun idarede kanalizasyon ve yağmursuyu bileşenleri, veri ölçüm ve izleme parametreleri, sistem iyileştirme için uygulanan yöntemler ve diğer süreç izleme bileşenleri ayrı ayrı detaylı incelenmiştir. Ayrıca, idarelerde kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında, hidrolik model, master plan, mevcut durum analizi, ekip ve personel yönetimi, finansal ve verimlilik analizi, performans değerlendirme kapsamındaki faaliyetler detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Geliştirilen sistemde pilot idarelerde her bir bileşen puanlandırılmış ve mevcut puanlar esas alınarak hedef puanlar tanımlanmıştır (Şekil 5.3, 5.4 ve 5.5).

Temel Seviye Bileşenler için Değerlendirme

Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında temel seviye bileşenler için puanlar Şekil 5.3'te sunulmuştur.



Şekil 5.3 Temel düzey bileşenler için puanlama sonuçları ve hedefler

Temel seviye uygulamalarda İdare 1 puanlarının diğer idarelere göre daha iyi düzeydedir. Benzer şekilde idare 2 puanlarının idare 3 puanlarına göre daha iyi seviyede olduğu söylenebilir. İdare 1'de kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde zayıf bileşenler, birim ve ekip, personel planlama ve yönetimi ve parsel baca sayısı bileşenleridir. Özellikle planlamaların ve saha uygulamalarının sürdürülebilir bir şekilde yapılması için ekibin nitelik ve nicelik olarak yeterli düzeyde olması gerekir. Diğer taraftan idare 1'de diğer bileşenlerin oldukça iyi düzeyde olduğu görülmektedir. Bu idarede şebeke ve bileşenlerine ait verilerin düzenli ölçüldüğü, saklandığı ve veri tabanlarının güncel olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca idare 1'de, arıza bakım onarım maliyetleri, performans değerlendirme ve izleme sistemleri, arıza ve verimlilik analiz ve izleme, endüstriyel atık suların izlenmesi uygulamaları oldukça iyi seviyededir.

İdare 2'de zayıf yönler, birim ve ekip, personel planlama, arıza bakım onarım maliyet analizi ve performans izleme bileşenleridir. Şebeke işletme uygulamalarının sistematik bir şekilde yapılması için personel, ekip ve birim yönetimi ve planlaması kritik öneme sahiptir. İdare 2'de, kanalizasyon ve yağmursuyu şebeke uzunlukları, endüstriyel

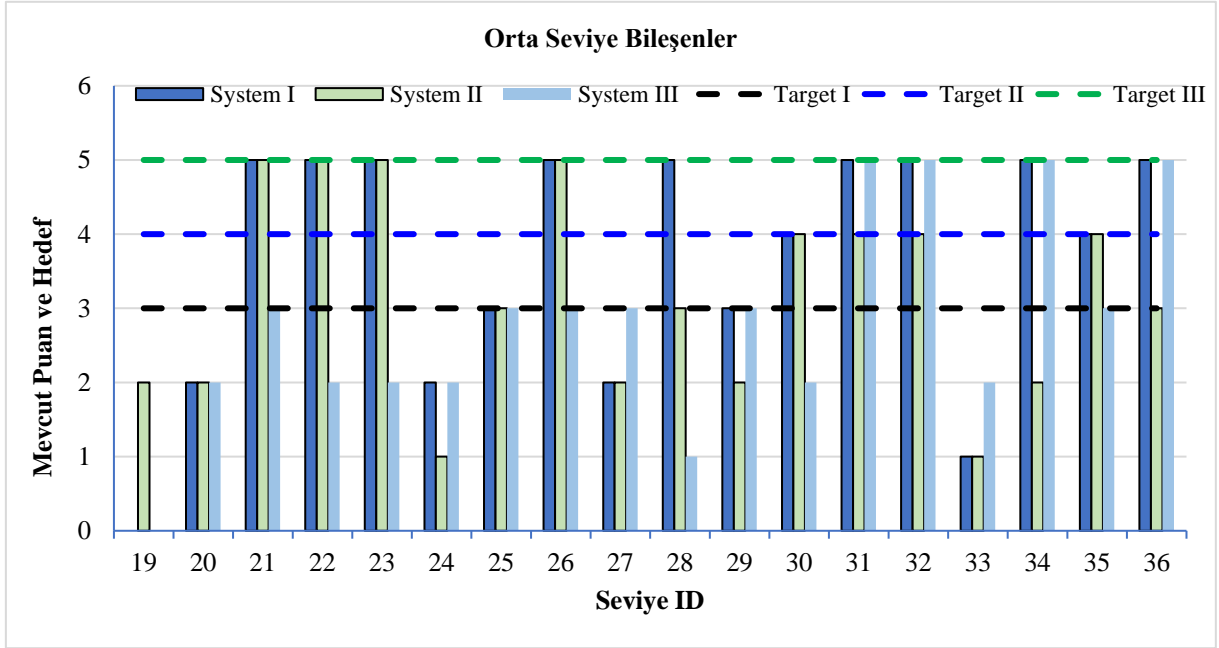
atık suların izlenmesi, çağrı yönetimi ve GIS veri tabanı güncelleme bileşenleri iyi düzeydedir. Şebeke bakım onarım programının oluşturulması ve verimli bir şekilde işletilmesi için bu bileşenler önemli katkı sunmaktadır.

İdare 3'te zayıf yönler diğer idarelere göre daha fazla sayıdadır. İdare 3'te iyi düzeyde olan bileşenler, atık su yönetimi organizasyon yapısı, yıllık toplanan atık su miktarının ölçülmesi, arıza bakım maliyetlerinin analizi şeklindedir. Bu idarede diğer bileşenlerin genel olarak yetersiz veya kötü düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Yıllık işletme ve bakım planlarının oluşturulması, arıza verilerinin analizi, şebeke verilerinin düzenli izlenmesi, performans ve işletme verimliliğinin analizi için zayıf yönlerin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda ekip ve personel planlamasının yapılması, GIS veri tabanlarının sistematik güncellenmesi, analiz ve performans şablonlarının oluşturulması oldukça önemlidir.

Temel seviye uygulamalarda, idare 1 ve 2'de genel olarak kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi organizasyon yapısı, yıllık toplanan atık su miktarının ölçülmesi, arıza ve verimlilik izleme, çağrı yönetimi, arıza bakım onarım maliyetlerinin analizi, şebekeye ait verilerin izlenmesi, GIS veri tabanları, bileşenlerinin iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu bileşenler sürdürülebilir kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi ve işletilmesi için sağlanması gereken en temel koşulları içermektedir. Bu nedenle bu idarelerde bu bileşenlerin iyi düzeyde olması, bu idarelerin orta ve ileri düzey uygulamalar için iyi bir kapasiteye ve deneyime sahip olduğu söylenebilir. Ancak idare 3'te zayıf yönlerin sayısının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu idarede uzun dönemli planlama yapılması, şebeke yönetim ve işletme verimliliğinin artırılması için bu bileşenlerin öncelikle iyileştirilmesi gerekir. Bu idarede bu grupta tespit edilen zayıf yönlerin iyileştirilmesi orta ve ileri seviye uygulamaların etkin bir şekilde uygulanması için önemli katkı sunacaktır.

Orta Seviye Bileşenler için Değerlendirme

Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında orta seviye bileşenler için puanlar Şekil 5.4'te sunulmuştur.



Şekil 5.4 Orta seviye bileşenler için puanlama sonuçları ve hedefler

Orta seviye bileşenlerinin puanlarının temel seviye bileşen puanlarına göre daha düşük olduğu görülmektedir. Orta seviye grubundaki bileşenlerin gereksinimleri, uygulama zorlukları ve maliyetleri temel seviye bileşenlere göre daha fazladır. Bu nedenle orta seviyedeki bileşenlerin puanlarının daha düşük olması normal veya beklenen bir sonuçtur. Bu grupta genel olarak idarelerin puanlarının bir birine yakın olduğu söylenebilir. Temel seviyede bileşenlerinde olduğu gibi bu grupta da idare 1 puanlarının diğer idarelere göre daha iyi düzeydedir. Bu grupta, teknik ve hidrolik eğitim, kanalizasyon şebeke yönetimi için yol haritası, mazgal GIS veri tabanı, mazgal bakım ve temizlik programı, ayrık sistem planlama ve uygulama, şebeke ve baca bakım ve temizlik programı, şebeke yenileme maliyet analizi bileşenlerinin üç idarede de kötü veya yetersiz düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Kanalizasyon ve yağmursuyu şebeke yönetiminde teknik personelin yetenek düzeyi, şebeke hidroliği ve davranışı hakkında bilgi düzeyi ve bunların sahada uygulanması oldukça önemlidir. Benzer şekilde aşırı yağışlarda taşkın riskinin azaltılması ve önlenmesi için yağmursuyu mazgal verilerinin düzenli olması, bakım ve temizlik programının

oluşturulması ve yıllık temizliğin yapılması oldukça kritiktir. Bu nedenle sürdürülebilir şebeke işletme için bu bileşenler iyileştirilmelidir. İdare 1 ve 2’de şebeke yönetim uygulamalarının raporlanması, yağmursuyu şebeke GIS veri tabanı, GIS ile entegre arıza yönetim sistemi, şebeke sayısallaştırma programı, yıllık faaliyetlerin izlenmesi ve değerlendirilmesi ve atık su arıtma performansının izlenmesi bileşenleri iyi veya oldukça iyi düzeydedir. Şebekede arıza, taşkın, çökme vb. kusurların en aza indirilmesi, işletme maliyetlerinin azaltılması, atık su arıtma ve yönetim performansının değerlendirilmesi açısından bu bileşenlerin iyi düzeyde olması oldukça önemlidir.

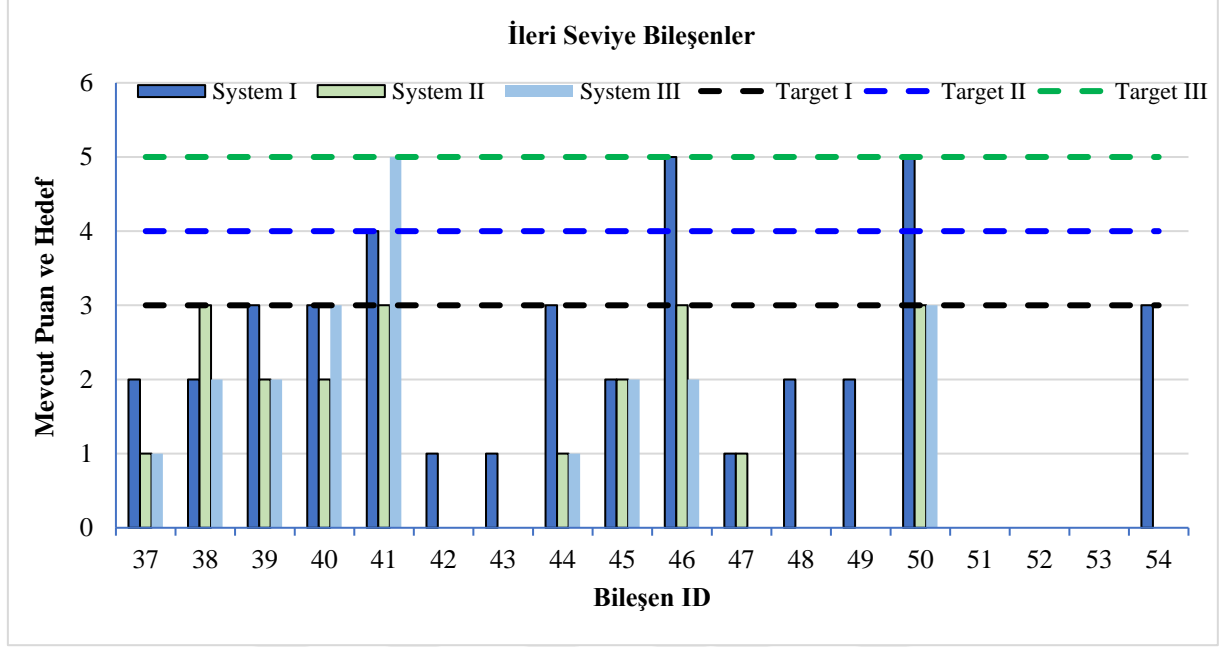
İdare 3’te, yıllık faaliyetlerin izlenmesi ve değerlendirilmesi, şebeke yönetim maliyetinin analizi ve atık su arıtma maliyetinin izlenmesi bileşenleri iyi düzeydedir. Ancak bu idarede diğer bileşenlerin genel olarak yetersiz veya kötü düzeyde olduğu görülmektedir. Şebekede yeni arızaların, taşkınların ve işletme sorunlarının azaltılması ve işletme verimliliğinin sağlanması için bu bileşenlerin iyileştirilmesi önemlidir.

Bu grupta genel olarak, idare 1 ve 2’de şebeke yönetim süreçleri için yol haritası, GIS yağmursuyu veri tabanı, GIS ile entegre arıza veri tabanı, abone şikayet verilerinin analizi, şebeke sayısallaştırma faaliyetleri, arızalar üzerindeki etkili faktörlerin analizi, yıllık değerlendirme ve izleme faaliyetleri ve atık su arıtma performans izleme bileşenlerinin iyi düzeyde olduğu görülmektedir. Şebeke işletme ve yönetim programlarının oluşturulması, arıza yönetim, bakım-onarım ve denetleme faaliyetlerinin sistematik ve düzenli yapılması ve uzun dönemli işletme modelinin oluşturulması için bu bileşenlerin iyi düzeyde olması gerekir. Diğer taraftan idare 3 puanlarının daha düşük olduğu söylenebilir.

Bu idarede GIS veri tabanlarının sistematik güncellenmesi, bakım-onarım-temizlik faaliyetlerinin programlanması ve sahada uygulanması, şebeke sayısallaştırma faaliyetlerinin izlenmesi arızalar üzerindeki etkili faktörlerin analiz edilmesi için kritik öneme sahip bileşenlerin iyileştirilmesi gerekir. Sonuç olarak, idarelerde verimli bir şebeke yönetimi için kötü veya yetersiz düzeydeki bileşenlerin iyileştirilmesi gerekir. Bu gruptaki bileşenlerin iyi düzeyde olması ileri seviye bileşenlerin uygulanabilirliğine katkı sunmaktadır.

İleri Seviye Bileşenler için Değerlendirme

Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında orta seviye bileşenler için puanlar Şekil 5.5’de sunulmuştur.



Şekil 5.5 İleri seviye bileşenler için puanlama sonuçları ve hedefler

Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde ileri seviye bileşenlerin gereksinimleri, uygulama zorlukları ve maliyetleri temel ve orta seviye bileşenlere göre daha fazladır. Bu nedenle bu gruptaki bileşenlerin puanları genel olarak temel ve orta seviye bileşenlerin puanlarına göre daha düşüktür. İleri seviye bileşenlerin uygulanabilirliği temel ve orta seviyedeki bileşenlerin iyi düzeyde olması, kurumun kapasitesinin (ekonomik, personel, teknik ve ekipman) yeterli olmasına bağlıdır. Bundan dolayı bu gruptaki bileşenlerin puanları temel ve orta seviye bileşenlerin uygulama düzeyi ve puanları ile doğrudan ilişkilidir.

Tablo 5.5’deki puanlara göre, genel olarak her üç idarenin puanlarının çok düşük ve birbirine yakın olduğu söylenebilir. Bu grupta entegre kentsel su ve atık su yönetim modeli bileşeni her üç idarede de iyi düzeydedir. Sürdürülebilir ve uzun dönemli kentsel su ve atık su yönetim planlarının oluşturulması açısından bu bileşen oldukça önemlidir. Ayrıca, iş ve işçi güvenliği uygulamaları için her üç idarenin yeterli veya iyi düzeyde olduğu söylenebilir. Diğer taraftan, atık su şebeke ve arıtma yönetimi için yıllık program oluşturulması, teknik ve ekonomik denetim politikası, atık su şebeke yönetimi için stratejik

plan ve atık su yönetimi kapsamında mevcut durum analizi bileşenleri her üç idarede yetersiz ve/veya başlangıç düzeyindedir. Özellikle kentsel gelişim koşulları, artan nüfus, şehirleşme ve diğer faktörlere bağlı olarak atık su eylem planlarının oluşturulması, uzun dönemli yatırım programlarının oluşturulması, faaliyetlerin teknik ve ekonomik açıdan verimliliklerinin değerlendirilmesi için bu bileşenlerin iyileştirilmesi gerekmektedir.

Benzer şekilde, atık su şebeke hidrolik modeli, taşkın risk modeli, GIS ile entegre şebeke bakım yönetim sistemi, yönetim bilgi sistemlerinin entegrasyonu, varlık yönetimi stratejisi, kanalizasyon ve yağmursuyu için performans analizi bileşenleri çok kötü ve/veya kötü düzeydedir. Kanalizasyon ve yağmursuyu şebekelerinde arızaların azaltılması, hidrolik verilerin düzenli izlenmesi, taşkın riskinin en aza indirilmesi, sistem performansının düzenli analizi ve izlenmesi için bu bileşenler kritik öneme sahiptir. Ancak bu bileşenlerin planlanması ve sahada uygulanması için öncelikle idarede teknik, personel, ekip ve finansal kapasite iyileştirmelidir. Ayrıca, bu gruptaki bileşenlerin uygulanabilirliği temel ve orta seviye bileşenlerin mevcut uygulama düzeylerine de bağlıdır. Bu nedenle öncelikle temel ve orta seviyede kötü veya yetersiz düzeyde olan bileşenler iyileştirilmelidir.

Sonuç olarak, bu çalışmada önerilen mevcut durum değerlendirme sistemi ve puanlandırma sistemi, kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında ölçülen ve izlenen şebeke ve işletme verilerinin kalitesinin ve yöntemlerin mevcut uygulama düzeylerinin değerlendirilmesinde önemli katkı sunmaktadır. Bu puanlandırma yapısına göre idarede kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında zayıf ve güçlü bileşenler tanımlanmaktadır. Böylece her bir bileşenin mevcut durumu ortaya konulmakta ve uygun hedefler tanımlanmaktadır. Bu sistemin idarelere uygulanması ile mevcut durumun doğru bir şekilde analiz edilmesi, zayıf yönler göre uygun hedeflerin tanımlanması ve sürdürülebilir atık su arıtma yönetim modelinin tanımlanması mümkün olmaktadır. Bu sistemin uygulayıcılar ve karar vericiler için referans oluşturacağı ve atık su arıtma yönetiminde önemli katkı sunacağı düşünülmektedir.

Sonuçlar

Bu çalışmada kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde mevcut durumun analiz edilmesi, verilerin kalitesinin ve yöntemlerin mevcut uygulama düzeylerinin değerlendirilmesi için özgün bir değerlendirme sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem 3 pilot idarede test edilmiştir. Puanlandırma sonuçlarına göre, temel seviye uygulamalardaki bileşenlerin puanları orta ve ileri seviye uygulamalardaki bileşen puanlarına göre daha yüksek çıkmıştır. Benzer şekilde orta seviye uygulamadaki bileşenlerin puanları ileri seviyedeki bileşenlerin puanlarına göre daha yüksek elde edilmiştir. Temel seviye bileşenler bir idarede kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimindeki en temel bileşenleri içerdiği için bu bileşenlerin puanlarının yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Puanlandırma sonuçlarına, genel olarak idare 1 bileşen puanlarının diğer idarelere göre daha iyi olduğu söylenebilir.

Temel seviyede, idare 1 ve 2'de genel olarak kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi organizasyon yapısı, yıllık toplanan atık su miktarının ölçülmesi, arıza ve verimlilik izleme, çağrı yönetimi, arıza bakım onarım maliyetlerinin analizi, şebekeye ait verilerin izlenmesi, GIS veri tabanları, bileşenlerinin iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Ancak idare 3'te zayıf yönlerin sayısının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu idarede uzun dönemli planlama yapılması, şebeke yönetim ve işletme verimliliğinin artırılması için bu bileşenlerin öncelikle iyileştirilmesi gerekir. Bu idarede bu grupta tespit edilen zayıf yönlerin iyileştirilmesi orta ve ileri seviye uygulamaların etkin bir şekilde uygulanması için önemli katkı sunacaktır.

Orta seviyede, genel olarak, idare 1 ve 2'de şebeke yönetim süreçleri için yol haritası, GIS yağmursuyu veri tabanı, GIS ile entegre arıza veri tabanı, abone şikayet verilerinin analizi, şebeke sayısallaştırma faaliyetleri, arızalar üzerindeki etkili faktörlerin analizi, yıllık değerlendirme ve izleme faaliyetleri ve atık su arıtma performans izleme bileşenlerinin iyi düzeyde olduğu görülmektedir. Diğer taraftan idare 3 puanlarının daha düşük olduğu söylenebilir. Bu idarede GIS veri tabanlarının sistematik güncellenmesi, bakım-onarım-temizlik faaliyetlerinin programlanması ve sahada uygulanması, şebeke sayısallaştırma faaliyetlerinin izlenmesi arızalar üzerindeki etkili faktörlerin analiz edilmesi için kritik öneme sahip bileşenlerin iyileştirilmesi gerekir.

İleri seviyede genel olarak her üç idarenin puanlarının çok düşük ve birbirine yakın olduğu söylenebilir. Kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde ileri seviye bileşenlerin

gereksinimleri, uygulama zorlukları ve maliyetleri temel ve orta seviye bileşenlere göre daha fazladır. Bu nedenle bu gruptaki bileşenlerin puanları genel olarak temel ve orta seviye bileşenlerin puanlarına göre daha düşüktür. İleri seviye bileşenlerin uygulanabilirliği temel ve orta seviyedeki bileşenlerin iyi düzeyde olması, kurumun kapasitesinin (ekonomik, personel, teknik ve ekipman) yeterli olmasına bağlıdır. Bundan dolayı bu gruptaki bileşenlerin puanları temel ve orta seviye bileşenlerin uygulama düzeyi ve puanları ile doğrudan ilişkilidir.

Sistemin uygulanması ile idarelerde kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında mevcut durum değerlendirilmiş ve veri kalitesi ve yöntemlerin uygulama düzeyleri belirlenmiştir. Bu sistem teknik personel ve uygulayıcılar için kanalizasyon ve yağmursuyu yönetimi kapsamında zayıf ve eksik yönleri tanımlamak için önemli katkı sunmaktadır. Böylece şebekenin planlanması, işletilmesi ve yönetilmesi kapsamında odaklanılması gereken bileşenler belirlenmektedir. İdaredeki mevcut durum esas alınarak idarenin dinamik yapısına uygun stratejinin geliştirilmesi mümkün olmaktadır. İlerleyen çalışmalarda, bu çalışma temel alınarak kanalizasyon ve yağmursuyu yönetiminde yeni bileşenlerin eklenmesi ile kapsam genişletilebilir.

6. ATIK SU ARITMA TESİSLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİMİ VE İŞLETİLMESİ İÇİN MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRME MODELİNİN UYGULANMASI

(Bu bölüm ‘‘ A Novel Current Condition Assessment System for Sustainable Management and Operation of Wastewater Treatment Plants’’ başlıklı makale olarak düzenlenmiş ve American Society of Civil Engineers tarafından Journal of Environmental Engineering dergisinde yayımlanmıştır.)

Kentsel su ve atık su yönetimi döngüsünde atık su arıtma yönetimi insan ve çevre sağlığı açısından oldukça önemlidir. Literatürde yapılan çalışmalarda, atık su arıtma tesislerinin yönetilmesi ve işletilmesinde, enerji verimliliği ve yönetimi, performans değerlendirme ve izleme, çamur yönetimi gibi temel konular ön plana çıkmaktadır. Ayrıca bu analizlerin gerçekleştirilmesi için en temel koşul sisteme ait verilerin düzenli ve doğru bir şekilde ölçülmesidir. Bu nedenle atık su arıtma tesislerinin işletilmesi gerekli olan verilerin ölçüm sıklığının ve doğruluğunun test edilmesi ve sorgulanması oldukça önemlidir. Benzer şekilde tesisin işletilmesi ve verimliliğin sağlanması için uygulanan yöntemlerin mevcut uygulama düzeylerinin analiz edilmesi ve değerlendirilmesi de önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, atık su arıtma tesislerinde verilerin kalitesinin ve uygulanan yöntemlerin uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için özgün mevcut durum değerlendirme sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem atık su arıtma tesislerinin işletilmesinde kullanılan en temel süreçleri (enerji, personel, çamur yönetimi, performans izleme, bakım-onarım), verileri ve yöntemleri içermektedir. Mevcut durumun değerlendirilmesi, veri kalitesinin tanımlanması ve mevcut uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için özgün bir puanlandırma sistemi önerilmiştir.

Bu puanlandırma sisteminde her bir bileşen 0 ile 5 arasında tesisteki mevcut duruma göre kademeli olarak puanlandırılmaktadır. Bu puanlandırmalara göre idarelerde atık su arıtma yönetimi kapsamında zayıf ve güçlü bileşenler tanımlanmıştır. Böylece sürdürülebilir bir atık su yönetimi için idarelerin odaklanması gereken bileşenler belirlenmiştir. Bu sistem uygulayıcılar için atık su arıtma tesislerin yönetilmesi ve işletilmesinde referans oluşturacak bilgi oluşturmak ve uygun stratejinin tanımlanmasına katkı sunmaktadır.

Atık su arıtma tesislerinin işletme verimliliğinin sağlanması amacıyla geliştirilen sistem temel olarak;

- (i) Mevcut durum değerlendirme sistemi,
- (ii) Veri matrisi,
- (iii) Performans değerlendirme sistemi,
- (iv) Boşluk analizi ve hedef tanımlama,
- (v) Yöntem matrisi, içermektedir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 Atık su arıtma yönetimi için önerilen strateji modelinin ana matrisleri

Veri matrisi, atık arıtma tesislerinin işletilmesi, yönetilmesi ve verimliliğinin izlenmesi amacıyla kullanılan en temel verileri içermektedir. Bu veriler dikkate alınarak atık su arıtma yönetimi kapsamında tanımlanan performans göstergeleri hesaplanmaktadır. Bu amaçla bu modelde performans değerlendirme sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem veri matrisi ile doğrudan ilişkilidir. Geliştirilen modelde atık su arıtma tesislerinin işletilmesi kapsamında zayıf ve güçlü bileşenler tanımlanmakta ve tüm bileşenlerin mevcut durumuna göre uygun

hedefler belirlenmektedir. Ayrıca, tüm bileşenlerin iyileştirilmesi amacıyla uygulanması gereken yöntemler, yöntem matrisinde tanımlanmıştır. Bu sistemler idarenin mevcut durumuna göre dinamik olarak çalışmaktadır.

Mevcut durum değerlendirme sistemi, atık su arıtma tesislerinin işletilmesi ve yönetilmesi faaliyetlerini kapsayan bileşenleri içermektedir. Geliştirilen sistemde, mevcut durum sistemi veri matrisi ile doğrudan bağlantılıdır. Mevcut durum değerlendirme sistemindeki bileşenlerin puanları (mevcut uygulama düzeyleri) veri matrisindeki değişkenlerin veri kalitesini tanımlamaktadır.

Bu modelde, atık su arıtma yönetimini kapsayacak şekilde toplam 48 bileşen yer belirlenmiştir. Bu bileşenlerin, atık su arıtma tesislerinin işletilmesi, enerji verimliliğinin sağlanması ve yönetilmesi, performans değerlendirme, personel ve ekip yönetimi, bakım-onarım izleme gibi faaliyetleri kapsamı sağlanmıştır. Bunun için detaylı literatür incelemesi ve saha tecrübesi temel alınmıştır.

Bu sistemde alt bileşenler, “Temel Seviye Uygulamalar”, “Orta Seviye Uygulamalar” ve “İleri Seviye Uygulamalar” şeklinde sınıflandırılmıştır (Tablo 6.1, 6.2, 6.3). Bu grupta, bileşenlerin sahada uygulanabilirlikleri, gereksinimleri (veri, teknolojik alt yapı, öncesinde uygulanması gereken yöntem veya süreçler), zorluk seviyeleri ve ekonomik gereksinimler dikkate alınmıştır. İdarede puanlandırma sonuçları bu seviyeler için ayrı ayrı değerlendirilirken aynı zamanda tüm matris için genel değerlendirme yapılmaktadır. Burada amaç idarenin her bir uygulama seviyesinde mevcut durumunun ne aşamada olduğunu ortaya koymaktır. Böylece iyileştirmede öncelikli alt bileşenler belirlenmesinde referans oluşturacak bilgiler üretilecektir.

Tablo 6.1 Atıksu arıtma yönetimi için geliştirilen modelde atık su uygulamalarının temel seviye bileşenleri için puanlama yapısı

Temel Seviye Bileşenler	Çok Kötü 0	Kötü 1	Yetersiz 2	Başlangıç 3	İyi 4	Çok İyi 5
Su ve Atık su Yönetiminde Organizasyon Yapısı ve Birimler arası Koordinasyon	Su ve atık su yönetiminde ilgili birimlerin arası iletişim ve koordinasyon oldukça düşük seviyede, sadece yıllık planlama dönemlerinde toplantı yapılıyor.	Su ve atık su yönetiminde ilgili birimlerin arası iletişim ve koordinasyon orta seviyede, 3-6 ayda bir toplantı yapılıyor, su ve atık su yönetimi uygulamaları hakkında koordinasyon zayıf	Su ve atık su yönetiminde ilgili birimlerin arası iletişim düzeyi düşük seviyede, verilerin birim bazında tutulması sağlanıyor, doğrulanması için planlama yapılıyor.	Su ve atık su yönetiminde ilgili birimler arası koordinasyon ve iletişim orta seviyede, 3-6 ayda bir toplantı yapılıyor, su ve atık su yönetimi uygulamaları tartışılıyor ve yol haritası oluşturuluyor	Su ve atık su yönetiminde ilgili birimler arası koordinasyon ve iletişim çok iyi, aylık olarak düzenli toplantı yapılıyor, su ve atık su yönetimi uygulamaları tartışılıyor ve yol haritası oluşturuluyor	Su ve atık su yönetiminde ilgili birimler arası koordinasyon ve iletişim çok iyi, aylık olarak düzenli toplantı yapılıyor, su ve atık su yönetimi uygulamaları tartışılıyor ve yol haritası oluşturuluyor
Bilgi Yönetim Sistemlerinin ve Veritabanlarının Planlanması ve Uygulanması	Bilgi yönetim sistemlerinin geliştirilmesi/iyileştirilmesi için herhangi bir çalışma yok	Kurumda en temel bilgi sistemleri (ABYS, faturalandırma, CAD) mevcut, verilerin birim bazında tutulması, doğrulanması sağlanıyor.	Kurumda bazı birimlerde bilgi sistemleri mevcut, verilerin birim bazında tutulması sağlanıyor, doğrulanması için planlama yapılıyor.	Birçok birimde doğru çalışan bilgi sistemi mevcut, diğer birimlerde planlama aşamasında, verilerin birim bazında tutulması sağlanıyor, birbiri ile entegrasyonu için planlama yapılıyor	Birimler doğru çalışan bilgi sistemlerine sahip, verilerin düzenli tutulması ve doğrulanması planlanmış, bazı sistemlerin birbiri ile entegrasyonu var, tümünün entegrasyonu planlanıyor	Kurum, bütünleşik olarak doğru bir şekilde çalışan bilgi sistemlerine sahiptir. veriler düzenli olarak tutuluyor ve doğrulanıyor, tüm sistemler birbiri ile entegre çalışıyor
Yıllık Toplanan Atık su Hacmi	Atık su hacmi ölçülüyor, sadece tahmin ediliyor.	Arıtma tesisi girişinde atık su hacmi ölçümü düzenli değil, cihazların kalibrasyonu yok	Arıtma tesisi girişinde atık su hacmi ölçümü düzenli, cihazların kalibrasyonu şüpheli, durumunda yapılıyor	Arıtma tesisi girişinde atık su hacmi ultrasonik/elektromanyetik debimetre ile ölçülüyor, kalibrasyon ihtiyacı durumunda çok nadir yapılıyor (2-3 yıl)	Arıtma tesisi girişinde atık su hacmi ultrasonik/elektromanyetik debimetre ile hassas ve belli bir doğrulukla ölçülüyor, cihazların kalibrasyonu süresi 1-2 yıl	Arıtma tesisi girişinde atık su hacmi ultrasonik/elektromanyetik debimetre ile yüksek doğrulukla ölçülüyor, kalibrasyon düzenli yapılıyor (ortalama 1 yıl)
Kurumda Atık su Arıtma Stratejisi ve Tesis Yapım-Planlama Politikası	Kurumun atık su arıtma tesisi planlama kabiliyeti yok, ancak politik ve toplumsal baskı ile atık su arıtma tesisini yatırım programına alıyor.	Kurumun atık su arıtma tesisi planlama kabiliyeti yok, ancak politik ve toplumsal baskı ile atık su arıtma tesisini yatırım programına alıyor.	Detaylı analiz yapılmadan kanalizasyon hattı olan bölgelerde, alıcı ortam kirlilik durumu veya bütçe durumuna göre planlanıyor-gerekli proje ve yapım çalışmaları yürütülüyor	Atık su yönetim stratejisi planlanıyor, mevzuat ve teknik ölçütlere göre ihtiyaç analizi yapılıyor, planlanıyor, gerekli proje ve yapım çalışmaları yürütülüyor	Atık su yönetim stratejisi var, mevzuat, çevresel, ekonomik ve teknik ölçütlere göre ihtiyaç analizi yapılıyor, yatırım programı planlanıyor-gerekli proje ve yapım çalışmaları yürütülüyor	Atık su yönetim stratejisi var, atık su master planına, mevzuat, çevresel, ekonomik ve teknik ölçütlere göre ihtiyaç analizi yapılıyor, yatırım programı planlanıyor-gerekli proje ve yapım çalışmaları yürütülüyor
Atık su Arıtma Tesislerinde İşletme ve İzleme Politikası	Atık su arıtma tesislerinde bir işletme ve izleme politikası bulunmuyor.	Arıtılan atık su ile ilgili veriler ölçülüyor, sadece PH ve iletkenlik için test ve izleme çalışmaları yürütülüyor	Tesisde atık su arıtma tesisi yönetimi tecrübesine sahip yeterli ve yetkili personel var, giriş ve çıkış analizleri yapılarak işletme sağlanıyor, pH, iletkenlik, sıcaklık ölçümleri için test ve izleme çalışmaları yürütülüyor.	SCADA ile tesis içi üniteler anlık izleniyor, işletilmesi sağlanıyor. pH, iletkenlik, sıcaklık, koi, boi, akn, tn, tp, oksijen için test ve izleme çalışmaları yürütülüyor.	Tesisde ünite içi analizler yapılıyor-kaydediliyor. SCADA ile izleniyor, pH, iletkenlik, sıcaklık, koi, boi, akn, tn, tp, oksijen, mlss, nitrat, nitrit, amonyum için izleme yapılıyor, enerji verimliliği, iç haberleşme, tesis tüketimlerine ait analiz eksik. SAIS sistemi aktif uygulanıyor	Tüm temel proses-ıdari ölçümler yapılıyor, enerji verimliliği ve otokontrollü aktif proses işletimi yapılıyor, veri analizi ve iç haberleşme aktif olarak kontrol ediliyor, pH, iletkenlik, sıcaklık, koi, boi, akn, tn, tp, oksijen, mlss, nitrat, nitrit, amonyum için izleme yapılıyor, SAIS sistemi aktif uygulanıyor
Atık su Arıtma Tesislerinin SCADA Entegrasyonu ve Merkezden İzleme Stratejisi	SCADA ile atık su arıtma tesislerinde izleme sistemi bulunmuyor.	Arıtma tesislerinde SCADA sistemi mevcut değil. Personel ve haberleşme ağı ile izleme sağlanıyor.	Tesislerde sadece seviye sensörleri ile izleme yapılıyor.	Problar(O2,PH,Sıcaklık)ORP sensörleri vasıtasıyla anlık veriler ölçülüyor. Fakat SCADA iletimi ve geçmiş kayıtları mevcut değil	Problar(O2,PH,Sıcaklık)ORP sensörlerine ilave olarak Amonyak(Çamur Seviye Ölçer)mlss verileri anlık okunabiliyor. Fakat SCADA	Atık su arıtma tesisinde SCADA sistemi mevcut otomasyon yazılımı ve uzaktan izleme ile tüm parametreler takip ediliyor. Geçmiş kayıtları tutulabiliyor. İlgili parametre değerlerine göre ilgili ekipmanlar

Kurum Üst Yönetiminin Atık su Arıtma Yönetimine Bakış Açısı	Atık su arıtma tesislerinin yönetimi konusunda kurum üst yönetimi sadece mali olarak değerlendirme yapıyor. Tesislerin ilgili yönetmeliklere bağlı deşarj kriterleri konusunda üst yönetimin bir sorgulama ve denetimi yok.	Atık su arıtma tesislerinde gerekli izin belgesi ve deşarj kriterleri üst yönetim tarafından takip ediliyor. Mevzuata aykırı durumlar sorgulanıyor.	Atık su arıtma tesislerinde gerekli yasal mevzuatları tamamlanmış ve uygun şekilde işletilen tesislerin kapasite ve personel takibi yapılıyor. Çıkış suyunun ilgili deşarj yönetmeliğine uygunluğu üst yönetim tarafından takip ediliyor.	sistemine entegre değil, geçmiş kayıtlar tutulmuyor.	SCADA sistemi ile otomatik olarak işletilebiliyor.
Kurum Üst Yönetiminin Atık su Arıtma Yönetimine Bakış Açısı	Kurum üst yönetimi atık su arıtma yönetimi ile ilgili bir bilgi ve farkındalığı yok.	Atık su arıtma tesislerinde gerekli izin belgesi ve deşarj kriterleri üst yönetim tarafından takip ediliyor. Mevzuata aykırı durumlar sorgulanıyor.	Atık su arıtma tesislerinde gerekli yasal mevzuatları tamamlanmış ve uygun şekilde işletilen tesislerin kapasite ve personel takibi yapılıyor. Çıkış suyunun ilgili deşarj yönetmeliğine uygunluğu üst yönetim tarafından takip ediliyor.	Atık su arıtma tesislerinde tesis içi ünite ve prosese dair ilgili birimlerden periyodik raporlamalar alınarak analizler oluşturuluyor. Bu analizlere göre tesis ve işletme durumları üst yönetim tarafından sorgulanıp takip ediliyor. Üst yönetim atık su arıtma birimi tarafından tutulan envanter kayıtlarını takip ediyor.	Atık su arıtma tesislerinin güncel ve enerji verimliliği dikkate alınarak işletilmesi kapsamında proses enerji personel ve güncel teknolojik ekipmanlara dair ar-ge faaliyetleri destekleniyor. Kurumlar arası bilgi teknolojisi paylaşım çalışmaları düzenleniyor. Personelin sosyal ve mesleki gelişimine katkıda bulunacak eğitim ve faaliyetler düzenleyerek gerekli takibi yapılıyor.
Atık su Arıtma Tesisinde Teknik Personelin Farkındalık Düzeyi	Karar verici ve teknik personel atık su arıtma yönetimi hakkında yeterli bilgisi veya farkındalığı yok.	Karar verici ve teknik personel atık su arıtmanın önemli olduğunu düşünmüyor, tesisin işletilmesi, temel parametrelerin izlenmesi hakkında bilgi-farkındalık var, farkındalığın artırılması için plan yapılıyor	Karar verici ve teknik personel testiste kendisine tanınan görev tanımının kapsamını biliyor ve çalışmalarını bu yönde kontrol ederek, işletme faaliyetlerini gerçekleştiriyor.	Tesis içerisinde üsülenen görevin atık su arıtma tesisindeki önemi bilmiyor. Diğer personellerle işbirliği edilerek çalışma kapsamını genişleterek yeni hedefler belirleniyor.	Karar verici ve teknik personel üstlendiği görevin hem çevre bilinci hem de görev tanımları açısından önemini biliyor, bu bilinçle ilgili tüm paydaşlarla temas halinde çalışıyor. İlgili diğer birimlerle işbirliği ve istişare temaslarında bulunuyor. Vatandaşlara yönelik çevre bilinci oluşturmaya yönelik sosyal faaliyetler düzenleniyor.
Atık su Arıtma Yönetimi için Birim ve Ekip Yeterliliği	Atık su arıtma tesisleri hususi bir daire başkanlığı veya birim olarak kurulmuş, daire içi teşkilatlanma ve hiyerarşi oluşumu yok.	Atık su arıtma yönetimi için hiyerarşi (ekip) ve teşkilat şeması oluşturulmuş, daire başkanlığı yönetimi doğru şekilde yürütüyor.	Atık su arıtma yönetimi için tesislerin yönetimi temel birimlere ayrılarak (mekanik, elektrik, proses) işletmeciliği gerçekleştiriliyor.	Teşkilatlanması oluşturulan tüm personel ve ekibin daire başkanlığı yönetimi doğrultusunda açık görev tanımları yapılmış, ekip çalışmaları ve vardiyalı düzenli oluşturulan formlarla takip ediliyor.	İlgili tesisin yönetimi ve iş takvimi görev tanımları belirlenen alanlarda uzman personeller tarafından periyodik formlar ve bakım listeleri ile ilgili ekibe iş atanarak takip ediliyor. Mekanik, elektrik, proses, enerji verimliliği, nakliyat satın alma, ambar, peyzaj ve sosyal hizmetler konularında hususi personel istihdamı yapılıyor.
Atık su Arıtma Tesislerinde Teknik Kapasite ve Deneyim Geliştirme Faaliyetleri	Atık su Arıtma Tesislerinde Teknik Kapasite ve Deneyim Geliştirme Faaliyetleri için kurumda farkındalık katılmıyor, sadece fuarlara katılmıyor.	Atık su Arıtma Tesislerinde Teknik Kapasite ve Deneyim Geliştirme Faaliyetleri için fuarların yanı sıra sempozyum ve çalışmaların katılım sağlanıyor.	Atık su Arıtma Tesislerinde Teknik Kapasite ve Deneyim Geliştirme Faaliyetleri için sempozyum-fuar-çalıştayın yanı sıra kullanılan ekipman araç gereçlerle ilgili fabrika imalatları yerinde görülmüyor.	Teknik Kapasite ve Deneyim Geliştirme Faaliyetleri için sempozyum-fuar-çalıştay katılım sağlanıyor, fabrika ziyaretleri yapılıyor, ekipman araç gereçlerle ilgili benzer kurum kuruluşlarla fikir alışverişini sağlanarak teknik geziler düzenleniyor.	Teknik Kapasite ve Deneyim Geliştirme Faaliyetleri için sempozyum-fuar-çalıştay katılım sağlanıyor, fabrika ziyaretleri yapılıyor, ekipman araç gereçlerle ilgili benzer kurum kuruluşlarla fikir alışverişini sağlanarak teknik geziler düzenleniyor.
Atık su Arıtma Yönetiminde Personel Planlama ve Verimlilik Yönetimi	Atık su arıtma yönetimi konusunda sadece personel organizasyon şeması mevcut ancak görev tanımları doğru yapılmamış, personelin verimi ve performansını bulmuyor.	Atık su arıtma yönetimi konusunda personel organizasyon şemasının dağılımı da yapılmış. Personel göreviyle ilgili yetki ve sorumluluklarının farkında	Birim personellerinin çalışmalarını ve mevcut durumları personel değerlendirme formları ile izleniyor, yılda 1 kez teknik eğitim faaliyetleri düzenleniyor.	Personelle değerlendirme formlarının yanı sıra swot analizleri ile güçlü ve zayıf yönler belirlenerek eğitim faaliyetleri düzenleniyor.	Personel eğitim durumları ve sorumluluk alanlarıyla ilgili her branşta eğitim faaliyetleri düzenlenerek yılda birkaç kez düzenleniyor. Eğitim faaliyetlerinin katkısı değerlendirme formları anketler ve saha gözlemleri ile

			Personelin verimi ve performansını artırmaya yönelik bir çalışma planlanıyor.	Personelin iş güvenliği eğitimi- kapasite geliştirme faaliyetleri belli bir program dâhilinde yapılıyor, eğitim videoları ve dokümanlar paylaşılıyor, diğer kurumlardaki iyi uygulamalar yerinde inceleniyor, eğitim/fuar vb. faaliyetlere katılım sağlanıyor, ekipman alt yapısı iyileştiriliyor	denetleniyor. Eksik görülen kısımlar için gerekli faaliyetler yapılarak personel performansları takip ediliyor.
İçmesuyu/Atık su Şebeke/Atık Su Arıtma İmalat ve İşletme için İş ve İşçi Güvenliği Eğitim Politikası	Şebeke imatlarında çalışan personelinin iş güvenliği eğitimi geliştirme faaliyetleri için plan çalışması yok	Personeller Kurumda iş güvenliği eğitimi almıyor, teknik personel bireysel olarak eğitim programına katılıyor, personelin iş güvenliği geliştirme faaliyetleri için plan yapılıyor,	Personelin iş güvenliği geliştirme faaliyetleri düzenli ve planlı değil, yılda en az 1 eğitim düzenleniyor, personellerin eğitim isteği yüksektir. Bilgi-tecrübelerin artırılması için teknik destek/egitim için planlama yapılıyor	Personelin güvenliği eğitimi- kapasite geliştirme faaliyetleri belli bir program dâhilinde yapılıyor, teknik eğitim yılda en az 2-3 defa yapılıyor, iyi uygulamaların incelenmesinin yanı sıra düzenli fuar/çalıştay vb. faaliyetlere katılım planlanıyor	Personelin iş güvenliği eğitimi- kapasite geliştirme faaliyetleri belli bir program dâhilinde yapılıyor, eğitim videoları ve dokümanlar paylaşılıyor, diğer kurumlardaki iyi uygulamalar yerinde inceleniyor, eğitim/fuar vb. faaliyetlere katılım sağlanıyor, ekipman alt yapısı iyileştiriliyor
Atık su Arıtma Arıza Bakım-Onarım Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Bakım-onarım maliyetinin hesaplanması için çalışma yok	Sistem arıza onarımları için maliyet hesabı yapılıyor, bazı bileşenler için kabul yapılıyor, sistematik güncelleme ve analizlerin iyileştirilmesi için planlama yapılıyor	Tesisite bakım-onarım için maliyet hesabı saha verilerine göre geliştirilen model ile yapılıyor, yıllık olarak güncelleniyor, maliyet hesabında (malzeme-işçilik-ekipman) tüm bileşenler dikkate alınıyor,	Tesisite bakım-onarım için maliyet hesabı saha verilerine göre geliştirilen model ile yapılıyor, yıllık olarak güncelleniyor, maliyet hesabında tüm bileşenler dikkate alınıyor, ekipman-onarım-personel başına birim maliyetler biliniyor,	Personelin iş güvenliği eğitimi- kapasite geliştirme faaliyetleri belli bir program dâhilinde yapılıyor, eğitim videoları ve dokümanlar paylaşılıyor, diğer kurumlardaki iyi uygulamalar yerinde inceleniyor, eğitim/fuar vb. faaliyetlere katılım sağlanıyor, ekipman alt yapısı iyileştiriliyor
Atık su Arıtma Enerji Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Enerji maliyetinin hesaplanması için çalışma yok	Atık su enerji maliyet hesabı için yeterli bilgi- tecrübe yok ve detaylı saha verisi tutulmuyor, maliyetler tahmin ediliyor,	Atık su artıma enerji maliyetleri yıllık enerji giderleri üzerinden hesaplanıyor. Tesisiteki farklı birim ve ünitelere ait detaylı izleme yapılıyor.	Atık su artıma enerji maliyetleri belli dönemlerde (1-3 ay) hesaplanıyor. Tesisiteki farklı birim ve ünitelere ait detaylı tüketimler izleniyor.	Tesislerde tüm ünitelere ait enerji giderleri ayrı ayrı hesaplanıp aylık analiz ediliyor. Farklı ünitelerdeki tüketimler sorgulanıyor, verimlilik analizleri yapılarak tüketimlerin azaltılması sağlanıyor.
Atık su Arıtma Tesislerinde Enerji Tüketimi İzleme ve Yönetimi	Enerji tüketimi izleme ve yönetimi için çalışma yok	Kurum, atık su tesislerinde enerji tüketimi yönetim programının gerekliliğinin farkında, izleme yapısının oluşturulması için plan yapılıyor	Enerji tüketimi izleme politikası sadece toplanan atık su ve artılan atık su için enerji tüketimlerinin yıllık olarak izlenmesi şeklindedir.	Atık su artıma enerji tüketimi belli dönemlerde (3-6 ay) analiz ediliyor	Arıtma tesislerinde enerji tüketim parametreleri SCADA ile düzenli izleniyor, süreç performans göstergelerine göre analiz ediliyor, analizler geliştirilen sistem üzerinden aylık olarak yapılıyor
Performans İzleme ve Bilgi Sistemlerinin Entegrasyonu	Performans izleme sistemi ve entegrasyon için çalışma yok	Performans izleme ve bilgi yönetim sistemi yok, veriler temin edilip Excel'de hesaplanıyor, detay analiz için alt yapı yetersiz	Bireysel çeşitli bilgi sistemlerinden kullanıcı tarafından alınan veriler ile Excel'de performans analizi yapılıyor ve izleniyor, veri girişi- entegrasyonu- takip ve izleme mekanizması yetersiz	Performans izleme sistemi var ancak veri girişleri kullanıcı tarafından giriliyor, bireysel olarak bilgi sistemleri var, bazı sistemlerin performans izleme sistemi ile entegrasyonu var, tümünün birbiri ile entegrasyonu ve CBS ile entegrasyonu için planlama yapılıyor	Sistemde veya İzole bölgelerde su kayıp bileşenleri için performans analizi sistem üzerinden yapılıyor, veri tabanlarının CBS ile entegrasyon var, CBS tabanlı analiz yapılıyor ve değişimler haritada izleniyor

Tablo 6.2 Atıksu arıtma yönetimi için geliştirilen modelde atık su uygulamalarının orta seviye bileşenleri için puanlama yapısı

Orta Seviye Bileşenler	Çok Kötü 0	Kötü 1	Yetersiz 2	Başlangıç 3	İyi 4	Çok İyi 5
Atık Su Şebeke Yönetimi Bileşenlerinin Yönetilmesi için Yol Haritası	Atık su sistem bileşenlerinin yönetilmesi için herhangisi bir yol haritası için çalışma yok	Kurumda atık su faaliyetleri hakkında yeterli bilgi, tecrübe yok, sadece şikâyet üzerine saha uygulamaları yapılmaktadır.	Atık su yönetiminde temel yöntemler için yol haritası hazırlanması ve saha çalışmaları için izlenecek yolun belirlenmesi planlanıyor ve aksiyon diyagramları yetersiz	Atık su sistem bileşenlerinin yönetilmesinde ana bileşenlerin stratejik plan mevcut, temel yöntemler için yol haritası hazır, saha çalışmaları için izlenecek yol belirlenmiş, F/M analiz standardı oluşturulmuş, hesaplamaları ve aksiyon diyagramları oluşturulmuş	Atık su sistem bileşenlerinin yönetilmesi için program ve stratejik plan var, uygulanacak yöntemler için yol haritası hazır, saha çalışmaları için izlenecek yol belirlenmiş, F/M analiz standardı oluşturulmuş, hesaplamaları ve aksiyon diyagramları oluşturulmuş	Atık su sistem bileşenlerinin yönetilmesi için program ve stratejik plan var, uygulanacak yöntemler için yol haritası hazır, saha çalışmaları için izlenecek yol belirlenmiş, F/M analiz standardı oluşturulmuş, hesaplamaları ve aksiyon diyagramları oluşturulmuş
Atık su Şebeke Yönetiminde Uygulanan Yöntemlerin ve Süreçlerin Raporlanması ve Bilgilendirilmesi	Kurumun atık su şebeke yönetimi ile ilgili raporlama sistemi için çalışma yok.	Atık su şebeke yönetiminde uygulanan yöntem ve süreçlerle ilgili düzenli raporlama ve bilgilendirme sistemi yok, iyileştirme için planlama yapılıyor,	Atık su şebeke yönetimi uygulamaları/süreçlerine ait veriler ilgili birimlerce bireysel olarak tutuluyor, faaliyetler ile ilgili özet raporları ve bilgileri içeren basit bilgilendirme programı var	Sistem/şebeke için yıllık olarak yapılan çalışmalar ve süreçler kaydediliyor, faaliyetler ile ilgili yıllık özet raporları ile ilgili raporları ve bilgileri içeren bilgilendirme programı var, bu raporlara ilişkinler ulaştırılıyor ve inceleniyor	Sistem/şebeke bileşenleri için uygulanan süreç ve yöntemlere ait bilgiler sistem üzerinden tutuluyor (6-12 ay), raporlar faaliyetler ile ilgili raporları ve bilgileri içeren bilgilendirme programı var, bu raporlara ilişkinler ulaştırılıyor	Sistem/şebeke bileşenleri için süreç ve yöntemlere ait veriler tutuluyor, ileri seviye analizler sistem üzerinden yapılıyor ve kaydediliyor, kurumun faaliyetleri ile ilgili detay raporlar düzenli hazırlanıyor (aylık ve yıllık), teknik personel ve karar vericilerin kullanımına açık
Atık su Arıtma Tesisleri için Bakım ve Kontrol Programı	Kurumun Atık su Arıtma Tesisleri için Bakım ve Kontrol Programı yok.	Kurumda atık su arıtma tesisleri için sistematik bakım kontrol programı yok, sadece arıza durumunda müdahale çözümler üretiliyor.	Kurum atık su arıtma tesisleri için arıza oluşmasını beklenmeden yılda 1 periyodik bakım onarım programı uygulanıyor. Yapılan çalışmalar raporlanıyor	Kurum atık su arıtma tesislerinde periyodik bakım faaliyetleri birim ve ünite olarak planlanıyor. Plana göre nitelikli bakım onarım programı uygulanıyor, düzenli izleniyor ve raporlanıyor	Atık su arıtma tesislerinde nitelikli bakım onarım programı uygulanıyor, ünitelere ve arıza oluşum türlerine göre arıza tahminleri yürütülebilir olası bir arızadan önce bütün bakım onarım faaliyetleri yapılıyor. Düzenli raporlanıyor	Tesiste bulunan tüm modüllerin bakım onarım faaliyetleri bir takvime göre planlanıyor. Yapılan planlama ile bakım onarım faaliyetleri yapılıyor. Düzenli raporlanıyor
Endüstriyel Atık Üreten Tesislerin İzlenmesi ve Denetimi	Endüstriyel atık üreten tesislerin izlenmesi ve denetimi için bir çalışma programı bulunmuyor.	Endüstriyel atık üreten tesislerin bilgileri kurumda mevcut, bu tesislerin belli bir kısmı (%0-25) denetleniyor, raporlanıyor	Endüstriyel atık üreten tesislerin bilgileri kurumda mevcut, bu tesislerin belli bir kısmı (%25-50) denetleniyor, raporlanıyor	Endüstriyel atık üreten tesislerin bilgileri kurumda mevcut, bu tesislerin belli bir kısmı (%50-75) denetleniyor, raporlanıyor	Endüstriyel atık üreten tesislerin bilgileri kurumda mevcut, bu tesislerin belli bir kısmı (%75-90) denetleniyor, raporlanıyor, Gerekliliği için yapılmayan parametreleri için yapılmayan politikaları uygulanıyor.	Endüstriyel atık üreten tesislerin bilgileri kurumda mevcut, bu tesislerin belli bir kısmı (%90'dan fazla) denetleniyor, raporlanıyor, Gerekliliği için yapılmayan parametreleri için yapılmayan politikaları uygulanıyor.
Atık su Arıtma Tesislerinde Kullanılan Ekipmanların Yönetilmesi, Alt Yapı Geliştirme ve Yenileme Politikası	Atık su Arıtma Tesislerinde Teknik Ekipman, Alt yapı Geliştirme ve Ekipmanların Yönetilmesi Yenileme Politikası yok	Tesiste ekipmanın sadece çalışır durumda kontrol ediliyor, veri ve ölçüm kaydı yapılmadan ekipmanlar için sadece arıza durumunda yenileme çalışması yapılıyor.	Tesiste ekipmanların çalışma parametreleri ile ilgili anlık gözlem yapılıyor. Hata ve arızalara göre yenileme çalışması yapılıyor. Tesiste ekipmanın sadece çıkış verileri ölçülerek ekipman ve alt yapı iyileştirilmesi için müdahale ediliyor.	Tesiste çeşitli sensörlerle ekipmanın çalışma ve tüketim parametreleri gözlemleniyor. Ekipman ve ünitelerin enerji tüketimleri periyodik olarak ölçülüp incelenerek müdahale ediliyor. Bu gözlemlere göre yenileme çalışması yapılıyor.	Tesiste mevcut ekipman özünde ölçülen parametreler ve ekipmanın zamana bağlı verim değişimi izleniyor. Ekipman/ünitenin enerji analizörleri ile kontrol ediliyor, verileri takip edilerek (arşiv kabiliyeti) izlenerek müdahaleler yapılıyor.	Tesiste ünite bazlı tüm ekipmanların F/M ve verimlilikleri sürekli izleniyor, periyodik ve kesirimci yaklaşımla işleniyor- güncel gelişmeler takip ediliyor. SCADA ile haberleşme sağlanarak gözlem ve müdahale yapılıyor.

Atık Su Arıtma Tesisinde Laboratuvar Vartığı ve Kalibrasyon Politikası	Atık su arıtma tesislerinde laboratuvar bulunmuyor. Analiz politikası yok	Tesiste laboratuvar altyapısı yetersiz, sınırlı sayıda ve periyotta numuneler özel laboratuvara analiz yaptırılıyor. Verilerin güvenilirliği şüpheli	Tesiste laboratuvar altyapısı var, ilgili tüm parametrelerde günlük analiz yapılıyor, cihazlarda yıllık olarak kalibrasyon yapılıyor, altyapı iyileştirilmeye çalışılıyor, düzenli raporlama planlanıyor	Tesiste laboratuvar altyapısı var, ilgili tüm parametrelerde düzenli periyotlarda analiz yapılıyor, cihazların kalibrasyonu düzenli yapılıyor, ilgili MSDS formları mevcut ve analiz sonuçları raporlanıyor.	Tesiste laboratuvar altyapısı var, gerekli tüm parametrelerinde belirlenen periyotta standartlar uygun analiz yapılıyor, cihazların kalibrasyonları düzenli yapılıyor, sonuçlar kayıt altına alınıp raporlanıyor.
Atık su Arıtma Tesisinde Bileşenlerin Yönetilmesi için Yol Haritası	Tesistelerde her hangi bir ünite ve birim ayrımı yapılmamış, bileşenlerin yönetimi için bir yol haritası yok.	Tesiste sadece bazı temel işlemler ve süreçler için yol haritası var, PH ve iletkenlik için test ve izleme çalışmaları buna göre yürütülüyor	SCADA ile ünitelerin anlık izlenmesi, işletilmesi, pH, iletkenlik, sıcaklık, koi, boi, akm, tn,tp, oksijen, mlss, nitrat, nitrit, amonyum için izleme yol haritasına göre yapılıyor, Enerji verimliliği, tesis tüketimlerine ait analiz için yol haritası hazırlanıyor	SCADA ile anlık izleme, pH, iletkenlik, sıcaklık, koi, boi, akm, tn,tp, oksijen, mlss, nitrat, nitrit, amonyum için izleme yol haritasına göre yapılıyor, Enerji verimliliği, tesis tüketimlerine ait analiz prosesler için yol haritası var	SCADA ile anlık izleme, pH, iletkenlik, sıcaklık, koi, boi, akm, tn,tp, oksijen, mlss, nitrat, nitrit, amonyum için izleme yol haritasına göre yapılıyor, Enerji verimliliği, tesis tüketimlerine ait analiz prosesler için yol haritası var
Atık su Arıtma Tesisinde Uygulanan Yöntemlerin Raporlanması ve Bilgilendirilmesi	Bu bileşen ile ilgili herhangi bir çalışma ve veri yok	Tesis yönetiminde uygulanan yöntem ve süreçler sadece temel parametrelere göre yıllık kümülatif olarak tutuluyor, özet raporlar ve bilgilendirme notları ile üst yönetime bilgi veriliyor.	Tesis yönetiminde uygulanan yöntem ve süreçler tesis proses enerji, ambar, personel atık yönetimi, satın almalar ile ilgili parametreler haftalık kümülatif olarak tutulup, üst yönetime bilgi veriliyor. Bu veriler ışığında tesis yönetimi planlanıyor.	Tesis yönetiminde uygulanan yöntem ve süreçler tesis proses enerji, ambar, personel atık yönetimi, satın almalar ile ilgili parametreler haftalık kümülatif olarak tutulup, üst yönetime bilgi veriliyor. Bu veriler ışığında tesis yönetimi planlanıyor.	Tesis yönetiminde uygulanan yöntem ve süreçler tesis proses enerji, ambar, personel atık yönetimi, satın almalar ile ilgili parametreler haftalık kümülatif olarak tutulup, üst yönetime bilgi veriliyor. Bu veriler ışığında tesis yönetimi planlanıyor.
Atık Su Arıtma Tesislerinde Çevre Düzenlemesi/Peyzaj Uygulama Stratejisi	Bu bileşen ile ilgili herhangi bir çalışma ve veri yok	Tesiste çevre düzenlemesi ve peyzaj ile ilgili her hangi bir faaliyet bulunmuyor, sadece yılda bir kez yabancı ot ve çalılar için temizlik çalışması yapılıyor.	Tesiste boş alanlarda yapılan ağaçlandırma mevcut, rutin bir bakım programı yok, yaz dönemi sadece tanklerle sulama yapılıyor. Yeşil alan alanlarda çimlendirme, çiçek, güllü gibi bitkilerle çalışma yapılmış. Yabancı ot temizliği yılda bir kez yapılıyor.	Tesiste boş alanlarda yapılan ağaçlandırma mevcut, yıllık rutin bitki bakımları yapılıyor, yaz dönemi sadece tanklerle sulama yapılıyor. Diğer alanlarda çimlendirme, çiçek, güllü gibi bitkilerle çalışma yapılmış. Yabancı ot temizliği yılda bir kez yapılıyor. Otomatik sulama sistemi ve peyzaj projesi için çalışma planlanıyor.	Tesiste boş alanlarda yapılan ağaçlandırma mevcut, yıllık rutin bitki bakımları yapılıyor, yaz dönemi sadece tanklerle sulama sistemleri ile, ağaç ve bitki bakımı ve zararlı mücadelesi türlerine göre yıllık bakım programları takip edilerek yapılmaktadır. Tesisteki bina ve diğer yapılar bakımları boya, sıva, tadilat vs. yıllık olarak yapılmaktadır. Tesis içerisinde çalışanlar ve misafirler için kamelya ve dinlenme alanları mevcut.
Atık su Tesislerinde Yenilenebilir Enerji Üretim Politikası	Atık su Tesislerinde Yenilenebilir Enerji Üretim Politikası yok.	Kurum atık su tesislerinde yenilenebilir enerji potansiyelinin farkında ancak yeterli alt yapı ve tecrübe yok.	Atık su tesislerinde çamur ve biyogazdan yenilenebilir elektrik enerjisi elde etmek için planlama yapılıyor.	Atık su tesislerinde biyogaz ve çamurdan elektrik enerjisi elde edilmesi ile tesislerin enerji ihtiyaçları kısmen gideriliyor. Güneş panelleri ile yenilenebilir elektrik enerjisi elde ediliyor.	Atık su tesislerinde çamurlardan elde edilen biyogaz ile tesis işletmesi için gerekli elektrik enerjisi karşılanıyor. Güneş panelleri ile üretilen elektrik enerjisi yine tesislerde kullanılıyor, fazla enerji kuruma kazancı sağlamak üzere satılıyor.
Atık su Arıtma Teknik Personeli için Teknik ve	Atık su Arıtma teknik personelinin atık su arıtma ve proses	Personeller Atık su Arıtma teknik personelinin atık su arıtma ve proses yönetimi	Kurumda personelin temel atık su arıtma yönetimi ve hidrolik eğitimi yılda en az 1	Kurumda personelin Atık su Arıtma teknik personelinin atık su arıtma ve proses	Kurumda personelin Atık su Arıtma teknik personelinin atık su arıtma ve proses yönetimi teknik eğitim

Mesleki Eğitim Faaliyetleri	yönetimi kapsamında teknik/hidrolik eğitim faaliyetleri için çalışma yok	eğitimi almıyor, teknik personel bireysel olarak eğitim programına katılıyor, personelin teknik eğitimi-kapasite geliştirme faaliyetleri için plan yapılıyor.	Personeller Atık su teknik personelinin atık su ve yağmursuyu yönetimi eğitimi almıyor, teknik personel bireysel olarak eğitim programına katılıyor, personelin teknik eğitimi-kapasite geliştirme faaliyetleri için plan yapılıyor.	Personelin Atık su teknik personelinin atık su ve yağmursuyu yönetimi eğitimi almıyor, teknik personel bireysel olarak eğitim programına katılıyor, personelin teknik eğitimi-kapasite geliştirme faaliyetleri için plan yapılıyor.	Defa olacak şekilde yapılıyor, proseslerin yönetilmesi ve işletilmesi yöntemleri kapsamında teknik eğitim faaliyetleri için planlama yapılıyor.	Yönetimi kapsamında teknik eğitim faaliyetleri yıllık planlanıyor, farklı kurumlarda yapılan eğitimlere personeller belli bir programa göre gönderiliyor
Atık su Şebeke Teknik Personeli için Teknik ve Hidrolik Eğitim Faaliyetleri	Atık su teknik personelinin atık su ve yağmursuyu yönetimi kapsamında teknik/hidrolik eğitim faaliyetleri için çalışma yok	Personeller Atık su teknik personelinin atık su ve yağmursuyu yönetimi eğitimi almıyor, teknik personel bireysel olarak eğitim programına katılıyor, personelin teknik eğitimi-kapasite geliştirme faaliyetleri için plan yapılıyor.	Personelin Atık su teknik personelinin atık su ve yağmursuyu yönetimi eğitimi almıyor, teknik personel bireysel olarak eğitim programına katılıyor, personelin teknik eğitimi-kapasite geliştirme faaliyetleri için plan yapılıyor.	Personelin Atık su teknik personelinin atık su ve yağmursuyu yönetimi eğitimi almıyor, teknik personel bireysel olarak eğitim programına katılıyor, personelin teknik eğitimi-kapasite geliştirme faaliyetleri için planlama yapılıyor.	Kurumda personelinin atık su ve yağmursuyu/taşkın yönetimi kapsamında teknik eğitim faaliyetleri yıllık planlanıyor, sistematiğe göre gönderiliyor.	Kurumda personelinin atık su ve yağmursuyu yönetimi teknik eğitim faaliyetleri yıllık planlanıyor, sistematiğe göre gönderiliyor.
İçmesuyu-Atık su-Aritma-Yatırım Dairelerinin Yıllık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi	Dairelerin yıllık faaliyetleri içerisinde tamamladığı çalışmalar için herhangi bir değerlendirme ve izleme programı yok.	Yatırımlar ile ilgili sadece yıllık raporlamalar Excel ile tutuluyor, üst yöneticilere sunuluyor, yıllık değerlendirme sunumları yapılıyor.	Yatırım faaliyetleri belli periyotlarda (3-6 ay) raporlanıyor, üst yöneticilere sunuluyor, yıllık değerlendirme sunumu yapılıyor.	Yatırım faaliyetleri belli periyotlarda (1-3 ay) raporlanıyor, takip ediliyor ayrıca aylık olarak BYS tabloları ile toplanarak üst yöneticilerin de takip etmesi sağlanıyor.	Düzenli raporlamanın yanı sıra aylık ve yıllık olarak değerlendirme ve izleme çalışmaları yapılıyor. Yapılan faaliyetler koordinasyon toplantıları ve yıllık sunumlar ile tüm idare ile paylaşılıyor, hedefler belirleniyor.	Düzenli raporlamanın yanı sıra aylık ve yıllık olarak değerlendirme ve izleme çalışmaları yapılıyor. Yapılan faaliyetler koordinasyon toplantıları ve yıllık sunumlar ile tüm idare ile paylaşılıyor, hedefler belirleniyor.
Atık su Arıtma Yönetim Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	Bu maliyet hesabı ile ilgili herhangi bir çalışma yok	Sadece atık su arıtma maliyeti hesaplanıyor, arıza onarım ve diğer maliyetlerin hesaplanması için yeterli bilgi ve tecrübe yok.	Bazı tesisler için (%50'nin altında) maliyetler hesaplanıyor, arıza onarım maliyeti hesabı yapılıyor, maliyet hesaplarında bazı bileşenler için kabul yapılıyor.	Ana arıtma tesisi için arıtma maliyetleri düzenli olarak hesaplanıyor ve izleniyor. Arıza onarımları tesis ve saha verilerine göre yapılıyor.	Tesiste bakım-onarım için maliyet hesabı saha verilerine göre geliştirilen model ile yapılıyor, yıllık olarak güncelleniyor, maliyet hesabında tüm bileşenler dikkate alınıyor, ekipman-enerji-su kalitesi-personel yönetimi için birim maliyetler biliniyor,	Tesiste bakım-onarım için maliyet hesabı saha verilerine göre geliştirilen model ile yapılıyor, yıllık olarak güncelleniyor, maliyet hesabında tüm bileşenler dikkate alınıyor, ekipman-enerji-su kalitesi-personel yönetimi için birim maliyetler biliniyor,
Atık su Arıtma Tesisi İşletme Performansının Analizi ve İzlenmesi	Atık su arıtma tesisi işletme performans analizi yok.	Atık su arıtma tesisinde sadece temel veriler hesaplanıyor. Detaylı veri ve gösterge hesaplama için yeterli bilgi ve tecrübe yok.	Atık su arıtma tesislerinde temel seviye göstergeler hesaplanıyor ve izleniyor. Süreç ve diğer göstergeler için çalışma yapılıyor.	Atık su arıtma tesislerinde su kalitesi, teknik verimlilik göstergeleri hesaplanıyor ve izleniyor. Hedef tanımlama yapılıyor.	Atık su arıtma tesislerinde çevresel, su kalitesi, personel, teknik, ekipman ve enerji verimliliği göstergeleri hesaplanıyor ve izleniyor. Hedef tanımlama yapılıyor.	Atık su arıtma tesislerinde çevresel, su kalitesi, ekonomik, personel, ekipman ve enerji verimliliği göstergeleri hesaplanıyor ve izleniyor. Hedef tanımlama yapılıyor.
Abone Atık Su Şikâyet Verilerinin Tutulması ve Analizi	Abone şikâyet bilgileri tutulmuyor. Analiz yapılıyor.	Bilgiler Excel'de tutuluyor, toplam sayı biliniyor, detaylı analiz-raporlama ve sorgulama yapılıyor.	Çağrı merkezi var ve şikâyet bilgileri tutuluyor, analiz ve sorgulama sadece yıllık sayılar şeklinde yapılıyor, abonelere geri dönüş yapılıyor.	Çağrı merkezi var ve şikâyet bilgileri tutuluyor, analiz ve sorgulama sadece yıllık sayılar şeklinde yapılıyor, abonelere geri dönüş yapılıyor.	Çağrı merkezinden alınan şikâyet bilgileri düzenli tutuluyor, zamsansal ve mekânsal analiz ve sorgulamalar grafik olarak yapılıyor, abonelere geri dönüş yapılıyor.	Çağrı merkezinden alınan şikâyet bilgileri düzenli tutuluyor, CBS entegrasyonu var, analiz ve sorgulamalar grafik ve harita üzerinde yapılıyor, abonelere geri dönüş yapılıyor.

Tablo 6.3 Atıksu arıtma yönetimi için geliştirilen modelde atık su uygulamalarının ileri seviye bileşenleri için puanlama yapısı

İleri Seviye Bileşenler	Puanlama Yapısı					
	Çok Kötü 0	Kötü 1	Yetersiz 2	Başlangıç 3	İyi 4	Çok İyi 5
Atık Su ve Yağmursuyu Yönetimi için Yıllık Program Oluşturma ve Bütçeleme Politikası	Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi için herhangi bir program-plan vadedi planlama ile süreç yönetiliyor	Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi için yıllık program-plan yok, kısa vadedi planlama ile süreç yönetiliyor	Atık su Yönetimi için resmi olmayan yıllık program-planlama çalışması yapılıyor, yağmursuyu yönetimi için yıllık planlama yok ve bütçe ayrılmıyor	Atık su yönetiminde yeni hat düşeme ve hat temizliği için yıllık program-planlama ve hedefler mevcut, Hedefler detay analizlere göre değil pratik uygulamaya tecrübesine göre tanımlanmış, yağmursuyu yönetimi için sadece sorunun fazla olduğu bölgelerde yapılıyor	Atık su yönetiminde yeni hat düşeme, hat temizliği, arıza oranlarının azaltılması için yıllık hedefler konuluyor ve planlama yapılıyor, Hedefler detay analizlere göre tanımlanıyor, yağmursuyu yönetimi için yıllık planlamalar mevcut, Hedefler detay analizlere göre tanımlanıyor,	Atık su yönetiminde yeni hat düşeme, hat temizliği, arıza oranlarının azaltılması için yıllık hedefler konuluyor ve planlama yapılıyor, yağmursuyu yönetimi için yıllık planlamalar mevcut, Hedefler detay analizlere göre tanımlanıyor,
Atık Su ve Yağmursuyu Yönetimi Açısından Mevcut Durum Analizi /Değerlendirme	Atık su ve Yağmursuyu yönetimi açısından mevcut durum analizi/değerlendirme için çalışma yok	Atık su ve Yağmursuyu yönetimi bileşenleri kapsamında mevcut durum analizi/değerlendirme çalışmaları planlama aşamasındadır.	Mevcut durum analizi ve değerlendirmeler, arıza yönetimi, kapasite durumu, izleme yönetimi sistemleri, veri, performans göstergeleri, ekonomik analizi gibi başlıklar için Excelde yapılıyor, tüm bileşenler için çalışmalar devam ediyor	Mevcut durum analizi ve değerlendirmeler, arıza yönetimi, kapasite durumu, izleme yönetimi sistemleri, veri, performans göstergeleri, ekonomik analizi gibi başlıklar için Excelde yapılıyor, tüm bileşenler için çalışmalar devam ediyor	Mevcut durum analizi ve değerlendirme için kullanılan bir model mevcut, ana başlıklar ve alt bileşenler ile mevcut durum analiz ediliyor, 1-2 yılda bir güncelleniyor, hedefler buna göre yapılıyor	Mevcut durum analizi ve değerlendirme çalışmaları için kullanılan bir model mevcut, ana başlıklar ve alt bileşenler ile mevcut durum analiz ediliyor, yıllık olarak güncelleniyor, hedefler, stratejik planlar buna göre yapılıyor
Atık Su ve Yağmursuyu Yönetimi için Stratejik Planın Oluşturulması	Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi için Stratejik Plan Çalışması Yok	Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi için herhangi bir stratejik plan yok, yeterli veri ve bilgi yok, iyileştirme için çalışma yapılıyor, kısa vadedi planlama ile süreç yönetiliyor	Atık su ve Yağmursuyu yönetimi stratejik planın oluşturulması için kurumda mevcut durum değerlendirme çalışmaları yapılıyor ve model kuruluyor	Kurumda mevcut durum, bütçe, hedefler, personel ve teknik alt yapı analiz ediliyor, ancak kısa dönemli (5 yıllık) Atık su ve Yağmursuyu yönetimi stratejik planı için çalışmaları yapılıyor,	Kurumda mevcut durum, bütçe, hedefler, personel ve teknik alt yapı analiz ediliyor, 5-10 yıllık Atık su ve Yağmursuyu yönetimi stratejik planı var, birimler arası koordinasyon ve iletişim var,	Kurumda mevcut durum, bütçe, hedefler, personel ve teknik alt yapı analiz ediliyor, 5-10-15 yıllık Atık su ve Yağmursuyu yönetimi stratejik planı var, birimler arası koordinasyon ve iletişim var,
Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli	Kurumda Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli için herhangi bir çalışma yok	Kurumda Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli çalışması için yeterli temel veri ve bilgi yok, planlama yapılıyor, veri toplama hazırlığı yapılıyor	Kurumda Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli çalışması için eksik veriler tamamlanıyor, detay analiz ve değerlendirmeler için çalışmalar devam ediyor	Kurumda Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli çalışması devam ediyor, planlar, riskler, çözüm önerileri için çalışma yapılıyor, önerileri için çalışma yapılıyor,	Kurumda Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli var, planlar, riskler, çözüm önerileri mevcut, su ihtiyaç senaryoları belirlenmiş, ödenek azlığından dolayı çalışmalar yavaş ilerliyor.	Kurumda Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli var, planlar, riskler, çözüm önerileri mevcut, su ihtiyaç senaryoları belirlenmiş, yatırım programları çerçevesinde plana uygun çalışmalar yürütülüyor.
Atık Su Master Planı	Atık su Master planı için herhangi bir çalışma yok	Kurumda atık su master planı çalışması için yeterli temel veri ve bilgi yok, planlama yapılıyor, veri toplama hazırlığı yapılıyor	Kurumda atık su master planı için çalışmalar devam ediyor, eksik veriler tamamlanıyor, ihtiyaç analizleri ve diğer projeler için çalışmalar devam ediyor	Kurumda atık su master planı var, plan ve saha verileri kalibre edilmiş durumda, plana uygun yeni projeler mevcut, atık su debisi senaryoları belirlenmiş, ödenek azlığından dolayı çalışmalar yavaş ilerliyor.	Kurumda atık su master planı var, plan ve saha verileri kalibre edilmiş durumda, plana uygun yeni projeler mevcut, atık su debisi senaryoları belirlenmiş, yatırım programları çerçevesinde plana uygun çalışmalar yürütülüyor.	Kurumda atık su master planı var, plan ve saha verileri kalibre edilmiş durumda, plana uygun yeni projeler mevcut, atık su debisi senaryoları belirlenmiş, yatırım programları çerçevesinde plana uygun çalışmalar yürütülüyor.
Atık Su Arıtma Tesisinde Oluşan Çamurların Bertaraf Edilmesi ve Yönetimi Politikası	Kurumda Atık Su Arıtma Tesisinde Oluşan Çamurların Yönetimi ile ilgili bir politika yok.	Tesisde oluşan arıtma çamurları hiçbir ek işleme tabi tutulmadan halk sağlığını tehlikeye atacak şekilde yerleşim yerlerine	Tesisde oluşan arıtma çamurları ek bir işleme tabi tutulmadan vahşi depolama alanlarına sevk edilmektedir.	Tesisde oluşan arıtma çamurları termal kurutma ve benzeri işlemler ile kütlesi düşürüldükten sonra emniyetli bir depolama alanına sevk ediliyor.	Tesisde oluşan arıtma çamurları termal kurutma işlemine tabi tutulup gerekli çamur analizleri yapılarak tarımda kullanılabilir	Tesisde oluşan arıtma çamurları çürütülerek gazifikasyon işlemi ile gaz tübinlerinden elektrik enerjisi elde edilebilecek şekilde değerlendirilmesi ve bu esnadaki

Artırma Çamurlarından Biyogaz ve Enerji Üretim Politikası	Kurumda artırma çamurlarından biyogaz ve enerji üretim tesislerinin verimliliği için en güncel metotlarla analizler yapıyor, gerekli AR-GE ve ekipman yenileme çalışmaları gerçekleştiriliyor.	Yakın yerlerde bertaraf edilmektedir. Ayrıca çiftçiler tarımsal maksatlı kullanabilmektedir.	Kurumda yeterli debi ve kullanılabilir su sağlanıyor. Nihai çamur ise çimento fabrikası vb yerlerde yakıt olarak kullanılıyor.	hale getirilip tarımsal kullanımı sağlanıyor.	ortaya çıkan enerjinin kojenarasyon sistemlerinde kullanılmasını sağlanır. Nihai çamur ise çimento fabrikası vb yerlerde yakıt olarak kullanılıyor.
Atık su Artırma Tesislerinde Enerji Verimliliği (Optimizasyon) Politikası	Kurumda artırma çamurlarından biyogaz ve enerji üretim tesislerinin verimliliği için en güncel metotlarla analizler yapıyor, gerekli AR-GE ve ekipman yenileme çalışmaları gerçekleştiriliyor.	Kurumda yeterli debi ve kullanılabilir su sağlanıyor. Nihai çamur ise çimento fabrikası vb yerlerde yakıt olarak kullanılıyor.	Fayda-maliyet analizleri doğrultusunda yapımına karar verilen tesis için çalışmalar başlatıldı.	Tesislerde mevcut olan biyogaz ve enerji üretim istasyonları mevcut sensör ve veri takipleri ile aktif olarak işletiliyor.	Tesislerde mevcut olan biyogaz ve enerji üretim istasyonları mevcut sensör ve veri takipleri ile aktif olarak işletiliyor.
Artırılan Atık Suların Geri Kullanım Politikası	Atık su artırma tesislerinde atık sular sadece alıcı ortam şartlarını sağlayacak kadar artırılıyor. Geri kullanım için yeterli artırma yok.	Atık sulardan sadece peyzaj sulama suyu elde edilmesi için tesislere ek ünite çalışmaları yürütülüyor.	Tesis ünite ve ekipmanlarının tüketimleri bölgesel veya noktasal analizlerle takip ediliyor. Veriler analiz ediliyor ve ilgili noktaların sınır değerleri belirleniyor. Sınır değeri geçen ekipmanlarla ilgili hususi çalışma başlatılıyor.	Tesis ünite ve ekipmanlarının tüketimleri bölgesel veya noktasal analizlerle takip ediliyor. Veriler analiz ediliyor ve ilgili noktaların sınır değerleri belirleniyor. Sınır değeri geçen ekipmanlarla ilgili hususi çalışma başlatılıyor.	ISO 50001 belgesi için gerekli eğitim faaliyetleri tamamlanarak enerji verimliliği konusunda tüm prosedürler yerine getirilmektedir.
Atık Su Artırma Tesislerinde Varlık Yönetimi Sisteminin Geliştirilmesi	Atık su artırma tesislerinde atık sular sadece alıcı ortam şartlarını sağlayacak kadar artırılıyor. Geri kullanım için yeterli artırma yok.	Atık sulardan sadece peyzaj sulama suyu elde edilmesi için tesislere ek ünite çalışmaları yürütülüyor.	Artırılan atık sulardan sadece peyzaj sulama suyu elde edilmesi için tesislere ek ünite çalışmaları yürütülüyor.	Artırılan atık sulardan sanayi, sulama suyu ve peyzaj sulaması elde edilmesi için tesislere ek ünite çalışmaları yürütülüyor.	Atık su artırma tesisinde yeniden kullanılabilir su için artırma işlemleri gerçekleştiriliyor. Çıkış suyu bir çok sektörde aktif kullanılıyor ve izleniyor.
Atık Su Artırma Tesislerinde Varlık Yönetimi Sisteminin Geliştirilmesi	Atık su artırma tesislerinde atık sular sadece alıcı ortam şartlarını sağlayacak kadar artırılıyor. Geri kullanım için yeterli artırma yok.	Atık sulardan sadece peyzaj sulama suyu elde edilmesi için tesislere ek ünite çalışmaları yürütülüyor.	Sisteme ait tüm varlıkların envanteri için veri tabanında mevcut, bazı bileşenlerin bakım-izleme ve iyileştirme devam ediyor	Varlık yönetimi stratejisi ve izleme sistemi var, sistem bileşenlerinin bakım-onarım-izleme faaliyetleri bu stratejiye göre yapılıyor, sistem otomatik olarak güncelleniyor.	Varlık yönetimi stratejisi ve izleme sistemi var, sistem bileşenlerinin bakım-onarım-izleme faaliyetleri bu stratejiye göre yapılıyor, sistem otomatik olarak güncelleniyor.
Atık Su Artırma Tesislerinde Varlık Yönetimi Sisteminin Geliştirilmesi	Atık su artırma tesislerinde atık sular sadece alıcı ortam şartlarını sağlayacak kadar artırılıyor. Geri kullanım için yeterli artırma yok.	Atık sulardan sadece peyzaj sulama suyu elde edilmesi için tesislere ek ünite çalışmaları yürütülüyor.	Bazı bileşenlerin bakım-izleme ve iyileştirme devam ediyor	Varlık yönetimi stratejisi ve izleme sistemi var, sistem bileşenlerinin bakım-onarım-izleme faaliyetleri bu stratejiye göre yapılıyor, sistem otomatik olarak güncelleniyor.	Varlık yönetimi stratejisi ve izleme sistemi var, sistem bileşenlerinin bakım-onarım-izleme faaliyetleri bu stratejiye göre yapılıyor, sistem otomatik olarak güncelleniyor.
İş/İşçi Sağlığı ve Güvenliği Çerçevesinde Zehirli Gazların İzlenmesi ve Kontrolü Politikası	Kurumda İş/İşçi Sağlığı ve Güvenliği Çerçevesinde Zehirli Gazların İzlenmesi ve Kontrolü Politikası yok.	Atık sulardan sadece peyzaj sulama suyu elde edilmesi için tesislere ek ünite çalışmaları yürütülüyor.	Mevcut noktalardaki sabit cihazların kontrol ve kalibrasyonları yapılarak izleme yapılıyor.	Tesis içerisinde gerekli noktalarda sabit cihazlar var, seyyar gaz ölçüm cihazları da mevcut ve personel tarafından kullanılıyor, kurumun İSG birimi ile periyodik faaliyetler yürütülüyor, acil durum planlamaları var.	Tesis içerisinde gerekli noktalarda sabit cihazlar var, seyyar gaz ölçüm cihazları da mevcut ve personel tarafından kullanılıyor, kurumun İSG birimi ile periyodik faaliyetler yürütülüyor, acil durum planlamaları var.

Atık Su Arıtma İnşaatlarında ve İşçi Güvenliği Uygulamaları	İş ve işçi güvenliği uygulamaları hakkında her hangi bir çalışma yok.	Atık su arıtma inşaatlarında hem kurum hem de yüklenici yapılan işlerde personel gereksinimlerinin farkında ancak, denetleme mekanizması yok, gerekli uyarı ve tutanak, yazışma ve yeterli uygulama yapılmıyor.	Atık su arıtma inşaatlarında hem kurum hem de yüklenici firma vasıtasıyla yapılan işlerde personel uygulamalarının farkında ancak, işveren güvenli çalışma ortamını sağlamak ve ekipmanların tamamlanması konusunda isteksiz. Risklerin farkında değil.	Atık su arıtma inşaatlarında hem kurum hem de yüklenici firma vasıtasıyla yapılan işlerde işverenin uygulamaları konusunda farkındalığı var, ancak denetleme mekanizması yeterli değil. Sadece işin başlangıcında yapılan uyarılar ile geçiştiriliyor.	Atık su arıtma inşaatında iş ve işçi güvenliği için güvenlik önlemleri alınıyor, denetleme mekanizması gerekli uyarıları/yazışmaları yapıyor. Çalışılmayan dönemlerde ve akşam saatlerinde oluşabilecek aksaklıkların önüne geçmede yetersiz.	Sürdürülen inşaat çalışmalarını sırasında iş ve işçi güvenliği konusunda tüm uygulamalar yapılıyor. Güvenlik konusunda denetleme organları mutlaka yazı ile uyarıların ve eksikleri bildiriyor. Çalışılmayan dönemde 3. kişilerin can ve mal güvenliğinin temini için gerekli kontroller ve denetlemeler yapılıyor. İşveren ve çalışanlar risk ve sorumluluklarının farkında.
Arıtma Çamurlarının Bertaraf Edilmesi ve Enerji Üretiminin Fayda/Maliyetin Analizi ve İzlenmesi	Bu bileşen için herhangi bir çalışma yok	Tesisde çamur bertaraf/enerji üretimi yapılıyor, ancak F/M ve gerekli analizler yapılmıyor.	Tesise giren çamurun miktarı ve kuruluk oranı ile tesisten üretilen enerji takibi yapılıyor. Sisteme giren çamur miktarı başına elde edilen enerji takibi yapılıyor.	Enerji üretim tesisi yedek parça periyodik/kestirimci bakım ve personel güdükleri de dikkate alınarak sisteme giren çamur miktarı başına maliyet analizleri çıkarılıyor. Enerji üretim tesisi fayda maliyet analizi yürütülüyor.	Enerji elde edilmesi ile ilgili tüm parametreler sensörler tarafından ölçülerek otomasyon ile kontrolü sağlanıyor. Enerji üretim tesisi ve arıtma tesisi fayda maliyet analizleri entegre yürütülüyor. İşletme şartlarına göre maliyet analizi öngörecektir şekilde periyodik analizler yapılıyor.	Tesisde çamurların bertaraf edilmesi ve enerji elde edilmesi ile ilgili tüm parametreler sensörler tarafından ölçülerek otomasyon ile kontrolü sağlanıyor. Enerji üretim tesisi ve arıtma tesisi fayda maliyet analizleri entegre yürütülüyor. İşletme şartlarına göre maliyet analizi öngörecektir şekilde periyodik analizler yapılıyor.
Atık su Tesislerinde Yenilenebilir Enerji Üretiminin İzlenmesi ve Analizi	Atık su arıtma tesislerinde yenilenebilir elektrik enerjisi üretilmemektedir.	Atık su tesislerinde yenilenebilir elektrik enerjisi üretilmemektedir.	Atık su tesislerinde yenilenebilir elektrik enerjisi üretilmemektedir.	Atık su tesislerinde yenilenebilir elektrik enerjisi üretilmemektedir.	Atık su tesislerinde yenilenebilir elektrik enerjisi üretilmemektedir.	Atık su tesislerinde yenilenebilir elektrik enerjisi üretilmemektedir.
Atık su Yönetimi için Performans Değerlendirme (Benchmarking) Göstergelerinin Analizi ve İzlenmesi	Kıyaslamalı performans değerlendirme sistemi için çalışma yok	Kurumda sadece bazı veri tabanları mevcut, bilgi yönetim sistemlerinin iyileştirilmesi ve entegrasyonu için alt yapı yeterli değildir. Kıyaslamalı model geliştirmek için alt yapı ve veri iyileştirme çalışmaları planlanıyor	Kıyaslamalı performans analizi için Excel'de hesap şablonu var, veriler değerlendiriliyor, diğer sistemlerle kıyaslamaya çalışılıyor, bu analizlerin sistem üzerinden yapılması için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler değerlendiriliyor, diğer sistemlerle kıyaslamaya çalışılıyor, bu analizlerin sistem üzerinden yapılması için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler değerlendiriliyor, diğer sistemlerle kıyaslamaya çalışılıyor, bu analizlerin sistem üzerinden yapılması için çalışma devam ediyor	Kıyaslamalı performans analizi için sistem var, veriler değerlendiriliyor, diğer sistemlerle kıyaslamaya çalışılıyor, bu analizlerin sistem üzerinden yapılması için çalışma devam ediyor

Geliştirilen sistemde temel seviye uygulamalar altında yer alan bileşenler genel olarak en temel işletme ve yönetim bileşenlerini içermektedir. Kurumda atık su arıtma yönetimi ile ilgili organizasyon yapısı, personel ve ekip sayısı ve yeterlilik düzeyi, teknik personelin atık su arıtma süreçleri ile ilgili bakış açısı, teknik kapasitesi ve teknik kapasite iyileştirme için faaliyetler, birimde personel ve ekip verimlilik izleme, enerji tüketim ve maliyet analiz ve izleme, tesiste SCADA ve otomasyon sistemlerinin varlığı gibi bileşenler bu grupta yer almaktadır. Bir atık su arıtma tesisinin sürdürülebilir ve etkin bir şekilde yönetilmesi için bu grupta yer alan en temel bileşenlerin iyi düzeyde olması beklenir. Tesis performansının analiz edilmesi, ölçülmesi gereken verilerin belirlenmesi ve izlenmesi gereken parametrelerin tanımlanması için personel, ekip ve ekipman alt yapısı yeterli olmalıdır. Ayrıca en temel faaliyetler için teknik personelin deneyimi, teknik kapasitesi, farkındalığı olmalıdır. Diğer taraftan tesiste ölçülen verilerin sistematik olarak izlenmesi ve veri paylaşımının sağlanması için SCADA ve diğer veri tabanlarının yeterli düzeyde olması gerekir. Bu nedenle temel seviye uygulamalar altında bir atık su arıtma tesisinin sağlaması gereken veya tesiste olması gereken en temel bileşenler dikkate alınmıştır. Geliştirilen bu sistemde bu en temel bileşenlerin mevcut uygulama düzeyleri ve veri kalitesi puanlandırılmaktadır. Böylece orta ve ileri düzey uygulamalar için kurumun ve tesisin kapasitesi ve mevcut durumu gerçekçi bir şekilde ortaya konulmaktadır.

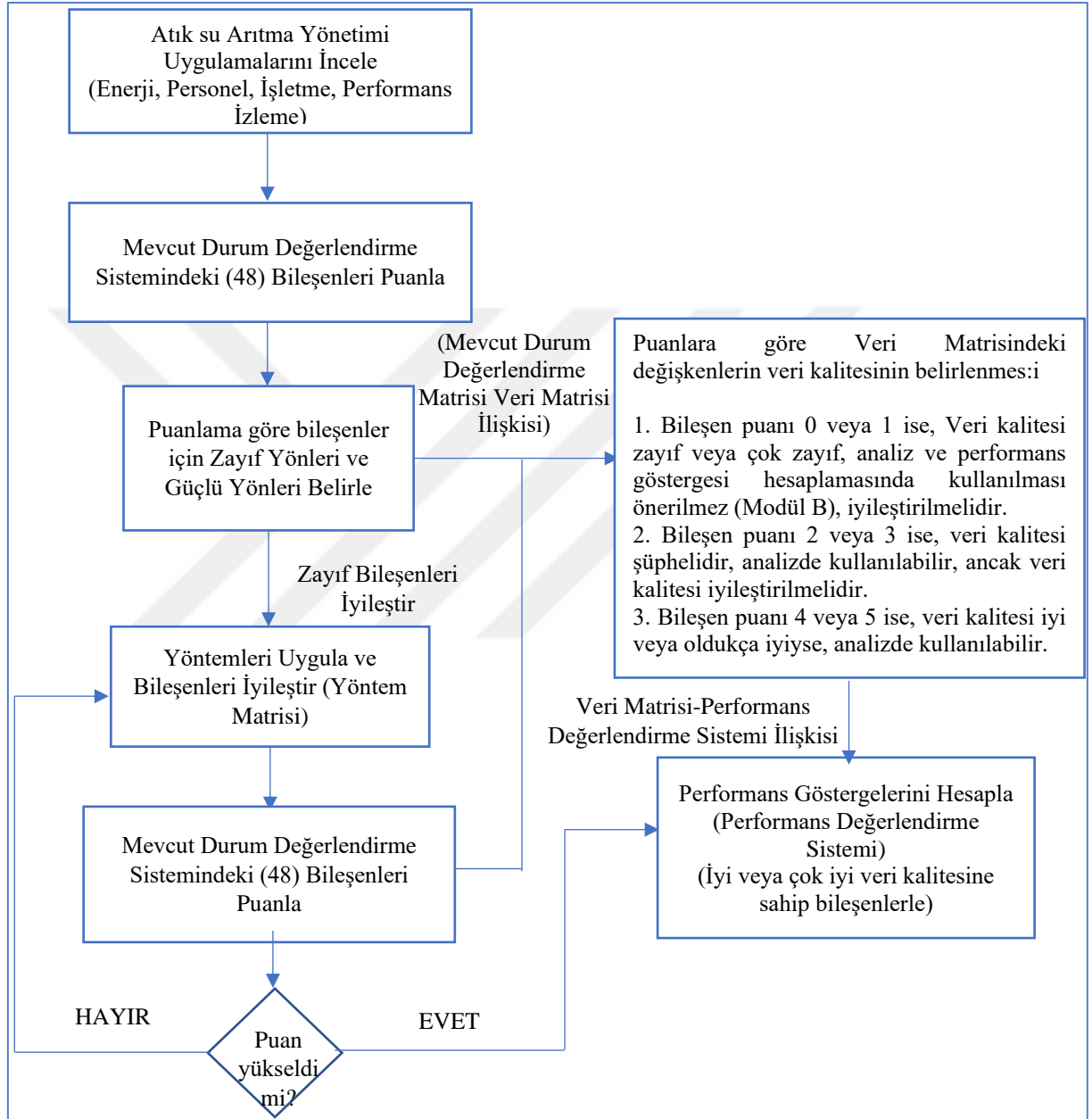
Bu çalışmada önerilen sistemde orta seviye uygulamalar altında, temel bileşenlerde iyi düzeyde olan ve temel koşulları sağlayan idarelerin uygulaması gereken bileşenler yer almaktadır. Atık su arıtma yönetiminde, verilerin ölçülmesi, verimlilik iyileştirme için uygulanan yöntemler ve analiz süreçleri birçok durumda karmaşık ve zaman alıcıdır. Bu nedenle kurumda tüm bu faaliyetler için yol haritasının tanımlanması, uygulanan yöntem ve süreçlerin raporlanması oldukça önemlidir. Bundan dolayı bu grupta atık su şebeke ve atık su arıtma süreçleri için yol haritası ve raporlama bileşenleri dikkate alınmıştır. Benzer şekilde tesisteki ekipmanların yönetilmesi ve kapasitenin geliştirilmesi, bakım ve onarım politikasının oluşturulması, personellerin mesleki eğitimleri, atık su arıtma maliyetlerinin analizi ve izlenmesi, işletme performansının izlenmesi bileşenleri de orta seviye uygulamalarda yer almaktadır. Bu bileşenler özellikle ekipmanların etkin bir şekilde kullanılması, tesiste verimlilik analizin yapılması ve verimliliğin sağlanması için oldukça önemlidir. Bu bileşenlerin idarede iyi düzeyde olması için temel seviyedeki bileşenlerin uygulama düzeylerinin iyi düzeyde olması beklenmektedir.

Geliştirilen sistemde son olarak ileri seviye uygulamalar altında bileşenler yer almaktadır. Bu bileşenler bir idarede veya tesiste yönetilmesi ve işletilmesi zor ve maliyetli bileşenleri içermektedir. Bu nedenle idarenin mevcut kapasitesinin (personel ve ekip deneyimi ve yeterliliği, finansal ve teknik kapasite, bilgi birimi ve farkındalık) yeterli olması durumunda bu ileri seviye uygulamalarda bileşenlerin sahada uygulanması gerekir. Bu kapsamda, atık su ve yağmursuyu yönetim planlarının oluşturulması, master ve entegre yönetim modelinin geliştirilmesi, çamur yönetimi, yenilebilir enerji üretimi ve yönetimi, varlık yönetimi stratejisinin geliştirilmesi ve ekipmanların varlık yönetimine göre işletilmesi gibi bileşenler dikkate alınmıştır. Bu faaliyetleri gerçekleştirmek birçok idarede oldukça güçtür. Bu nedenle puanlandırma yapısında ileri seviye uygulamalar altındaki bileşenlerin puanlarının daha düşük çıkması beklenmektedir. Bu bileşenlerin uygulanabilmesi için tesiste ve idare temel ve orta seviye uygulamalar altındaki bileşenlerin iyi düzeyde olması gerekir.

Atık su arıtma tesislerinde veri kalitesinin ve yöntemlerin mevcut uygulama düzeylerinin değerlendirilmesi için model geliştirme bölümünde detayları verilen özgün puanlandırma sistemi uygulanmıştır. Geliştirilen puanlandırma sisteminde atık su arıtma yönetimi bileşenleri 0 ve 5 arasında puanlandırılmaktadır. Sistemde, puanlandırma yapısı, “çok kötü: 0 puan”, “kötü: 1 puan”, “yetersiz: 2 puan”, “orta: 3 puan”, “iyi: 4 puan” ve “çok iyi: 5 puan” şeklindedir. Böylece her bir alt bileşenin 5 puan üzerinden aldığı puan ve bulunduğu mevcut durum hakkında daha kolay değerlendirme yapılmaktadır. Bu kapsamda bileşen 0 ve 1 puana sahip ise idarenin zayıf yönünü (veri kalitesi kötü, birinci derecede öncelikli iyileştirilmesi gereken bileşen) oluşturur. Bu bileşenler için öncelikli hedef 3 puan (orta seviye, Hedef 1), daha sonra 4 puan (iyi seviye, Hedef 2) ve en son 5 puan (çok iyi seviye, Hedef 3) şeklinde belirlenmektedir (Tablo 6.4, 6.5, 6.6).

Benzer şekilde 2 ve 3 puan alan bileşenler idarenin zayıf yönünü (veri kalitesi şüpheli, iyileştirilmesi gerekir) oluşturur ancak analizlerde kullanılır. Bu bileşenler için öncelikli hedef 4 puan (iyi seviye, Hedef 2)) ve daha sonra 5 puan (çok iyi seviye, Hedef 3) tanımlanmıştır. Diğer taraftan bileşen 4 (veri kalitesi iyi) veya 5 (veri kalitesi çok iyi, mevcut durum korunmalı) puana sahipse bu bileşen idarenin güçlü yönünü oluşturur. Mevcut puanı 4 olan bileşenler teknik ve ekonomik ölçütler esas alınarak ulaşılması gereken nihai hedef 5 (çok iyi seviye, Hedef 3) olarak belirlenmiştir. Mevcut puanı 5 olan bileşenler için “mevcut koşullar korunmalıdır” şeklinde değerlendirme yapılmaktadır. Böylece “sadece kalitesi iyi olan veya düzenli ölçülen veriler” atık su arıtma yönetimi performans analizinde kullanılır. Bu puanlandırmalara göre idarede öncelikli olarak iyileştirilmesi gereken süreçler veya

bileşenler tanımlanmaktadır (Tablo 6.4, 6.5, 6.6). Atık su arıtma tesislerinde verilerin kalitesinin ve yöntemlerin mevcut uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için geliştirilen modelin yol haritası ve akış diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 6.2).



Şekil 6.2. Atık su arıtma yönetimi uygulamalarının uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için akış şeması

Geliştirilen modeldeki bileşenler idarelerde teknik personel veya karar vericiler tarafından puanlandırılmamaktadır. Objektif bir değerlendirme yapmak ve mevcut durumu

daha gerçekçi tanımlamak için model kurum dışındaki uzmanlar tarafından (makaledeki yazarlar tarafından) yapılmaktadır. Mevcut durum değerlendirme sistemindeki her bir bileşen tesiste yapılan incelemelere göre puanlandırılmaktadır. Dolayısıyla bir bileşenin aldığı puan yapılan incelemeler ve kanıtlar esas alınarak verilmektedir. Her bir bileşen puanlandırıldıktan sonra idarede atık su arıtma yönetimi ve tesis işletilmesi kapsamında zayıf ve güçlü yönler tanımlanmaktadır. Bu puanlar ve mevcut durum değerlendirme sistemi ile veri matrisi arasındaki ilişki esas alınarak veri matrisindeki değişkenlerin veri kaliteleri tanımlanmaktadır. Böylece atık su arıtma yönetimi kapsamında veri kalitesi iyi olan performans göstergelerinin hesaplanması sağlanmaktadır.

Diğer taraftan puanlandırma sonuçlarına göre zayıf bileşen olarak tanımlanan bileşenler için uygun ve gerçekçi iyileşme hedefleri tanımlanmaktadır. Bu hedeflere ulaşmak için uygulanması gereken uygun yöntemler yöntem matrisi temel alınarak belirlenmektedir. Son olarak yöntemlerin uygulanmasına bağlı olarak mevcut durum değerlendirme sisteminde bileşenlerin iyileşme düzeylerini belirlemek için yeniden puanlandırma yapılmaktadır. Böylece idarede dinamik bir şekilde süreç izlenmekte, puanlandırılmakta ve mevcut duruma uygun strateji tanımlanmaktadır. Atık arıtma tesisleri için geliştirilen mevcut durum değerlendirme sistemi pilot 3 idarede test edilmiştir. Bunun için ileri biyolojik arıtma tesisi bulunan su idareleri (Malatya Su ve Kanalizasyon İdaresi (İdare 1), Kayseri Su ve Kanalizasyon İdaresi (İdare 2), Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi (İdare 3)) seçilmiştir (Şekil 6.3). İdare 1, Türkiye'nin doğusunda yer almaktadır. Bu idarede atık su arıtma tesisi 2003 yılından beri işletilmektedir. Tesis kapasitesi 135000 m³/gün debiye sahiptir. Tesiste enerji ve işletme verimliliğinin sağlanması için işletme parametreleri izlenmektedir.

İdare 2, Türkiye'nin orta Anadolu bölgesinde yer almaktadır. Bu idarede atık su arıtma tesisi 2004 yılından beri işletilmektedir. Tesis kapasitesi 161000 m³/gün debiye sahiptir. Tesiste enerji ve işletme verimliliğinin sağlanması için işletme parametreleri izlenmektedir. İdare 3, Türkiye'nin güneyinde yer almaktadır. Bu idarede atık su arıtma tesisi 2018 yılından beri işletilmektedir. Tesis kapasitesi 105000 m³/gün debiye sahiptir. Tesiste enerji ve işletme verimliliğinin sağlanması için işletme parametreleri izlenmektedir. Mevcut durum değerlendirme sistemindeki bir bileşen idarelerde kurum dışındaki (makale yazarları) uzmanlar tarafından 2022 yılında yapılan incelemelere göre puanlandırılmıştır. Daha önce de bahsedildiği gibi objektif ve gerçek bir değerlendirme yapmak için idarelerdeki teknik personeller bileşenleri puanlandırmamıştır. Bunun için her bir idarede

atık su arıtma tesisinde işletme bileşenleri, ölçülen veriler, izlenen parametreler, analiz ve test yapılan numuneler incelenmiştir. Ayrıca, tesisteki enerji verimliliği uygulamaları, enerji tüketimlerinin izlenmesi, yenilenebilir enerji üretimi, çamurların yönetimi, bertaraf ve enerji üretimi, arıtılan suların yeniden kullanılması gibi faaliyetler detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Benzer şekilde personel planlaması ve ekip yönetimi, teknik ve iş güvenliği eğitim faaliyetleri, performans değerlendirme sistemi ve süreçlerin yönetimi için finansal analiz bileşenleri incelenmiştir. Her bir idaredeki puanlandırma sonuçları Tablo 6.4, 6.5 ve 6.6’da verilmiştir.

Temel Seviye Uygulamalar (1 -16 arası bileşenler) için Değerlendirme

Tablo 6.4. Temel seviye bileşenler için puanlama sonuçları ve hedefler

ID	Bileşenler	Sistem I			Sistem II			Sistem III					
		Puan	Hedefler			Puan	Hedefler			Puan	Hedefler		
			I	II	III		I	II	III		I	II	III
1	Su ve Atık su Yönetiminde Organizasyon Yapısı ve Birimler arası Koordinasyon	4			✓	4			✓	4			✓
2	Bilgi Yönetim Sistemlerinin ve Veri tabanlarının Planlanması ve Uygulanması	4			✓	4			✓	2		✓	✓
3	Yıllık Toplanan Atık su Hacmi	4			✓	5				5			
4	Kurumda Atık su Arıtma Stratejisi ve Tesis Yapım-Planlama Politikası	3		✓	✓	4			✓	4			✓
5	Atık su Arıtma Tesislerinde İşletme ve İzleme Politikası	4			✓	5				5			
6	Atık su Arıtma Tesislerinin SCADA Entegrasyonu ve Merkezden İzleme Stratejisi	4			✓	5				5			
7	Kurum Üst Yönetiminin Atık su Arıtma Yönetimine Bakış Açısı	4			✓	5				2		✓	✓
8	Atık su Arıtma Tesisinde Teknik Personelin Farkındalık Düzeyi	5				5				3		✓	✓
9	Atık su Arıtma Yönetimi için Birim ve Ekip Yeterliliği	2		✓	✓	5				4			✓
10	Atık su Arıtma Tesislerinde Teknik Kapasite ve Deneyim Geliştirme Faaliyetleri	4			✓	4			✓	5			
11	Atık su Arıtma Yönetiminde Personel Planlama ve Verimlilik Yönetimi	2		✓	✓	2		✓	✓	4			✓
12	İçmesuyu/Atık su Şebeke/Atık Su Arıtma İmalat ve İşletme İçin İş ve İşçi Güvenliği Eğitim Politikası	3		✓	✓	5				3		✓	✓
13	Atık su Arıtma Arıza Bakım-Onarım Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	3		✓	✓	4				2		✓	✓
14	Atık su Arıtma Enerji Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	5				5				5			
15	Atık su Arıtma Tesislerinde Enerji Tüketimi İzleme ve Yönetimi	4			✓	5				5			
16	Performans İzleme ve Bilgi Sistemlerinin Entegrasyonu	2		✓	✓	5				0	✓	✓	✓

Daha önceden de bahsedildiği gibi bu grupta yer alan bileşenler bir atık su arıtma tesisinin yönetilmesi ve işletilmesi için gerekli en temel bileşenleri içermektedir. Her üç idarede yapılan puanlandırmalara göre genel olarak İdare 2 performansının diğer iki idareye göre daha iyi olduğu söylenebilir. İdare 2’de, en zayıf bileşen olarak personel planlama ve verimlilik yönetimi (ID11) bileşeni belirlenmiştir. Bu idarede diğer bileşenlerin genel olarak iyi (4 puan) veya çok iyi (5 puan) olduğu görülmektedir. Bu idarede birimler arası koordinasyon, bilgi sistemlerinin planlanması, tesis yapım ve işletme politikası, teknik personel kapasite geliştirme faaliyetleri, tesiste arıza bakım-onarım maliyetlerinin analizi ve izlenmesi gibi tesis yönetiminde oldukça önemli olan bileşenlerin iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, atık su hacminin ölçülmesi, tesis işletme ve izleme birim ve ekip yeterliliği, farkındalık düzeyi, enerji tüketim ve maliyet izleme ve bilgi sistemlerinin entegrasyonu faaliyetleri ise çok iyi düzeydedir. Bu sonuçlara göre İdare 2 atık su arıtma yönetimi ve işletilmesinde personel, bilgi sistemleri, birim yeterlilik, birimler arası koordinasyon ve personel yönetimi kapsamında mevcut kapasitesinin oldukça iyi olduğu söylenebilir.

Diğer taraftan idare 1’de zayıf bileşenler, tesis yapım ve planlama politikası, birim ve ekip yeterlilik düzeyi, personel planlama ve verimlilik, iş ve işçi güvenliği eğitim, arıza bakım onarım maliyet analizi ve izleme, performans izleme ve bilgi sistem entegrasyonu şeklindedir. Özellikle tesiste yöntemlerin etkin ve verimli bir şekilde yapılması, işletme planının oluşturulması için personel ve ekip yönetimi bileşenlerinin iyileştirilmesi gerekir. Bu idarede birimler arası koordinasyon, yıllık atık su hacminin ölçülmesi, tesis işletme ve izleme politikası, teknik personel kapasite geliştirme faaliyetleri, enerji tüketimi izleme ve analiz bileşenlerinin iyi düzeyde olduğu görülmektedir. Buna göre bu idarede tesis işletme ve yönetim için farkındalık, birimler arası koordinasyon, temel analizlerin yapılması ve izlenmesi kapsamında kapasitesinin iyi düzeyde olduğu söylenebilir.

İdare 3 için yapılan puanlandırmalara göre, zayıf bileşenler, bilgi yönetim sistemlerinin planlanması, üst yönetimin bakış açısı ve verdiği önem, teknik personelin farkındalık düzeyi, arıza bakım onarım maliyet analizi ve izleme, performans izleme ve bilgi sistemlerinin entegrasyonu bileşenleridir. Kurumda sürdürülebilir atık su arıtma yönetimi için üst yönetimin desteği, personelin farkındalığı ve teknik kapasitesi oldukça önemlidir. Bu nedenle bu bileşenlerin iyileştirilmesi gerekir. Bu idarede birimler arası koordinasyon, yıllık atık su hacminin ölçülmesi, tesis işletme ve izleme politikası, SCADA sistemi, birim

ve ekip yeterliliği, personel planlama ve verimlilik izleme, enerji tüketim izleme ve analiz bileşenleri iyi veya çok iyi düzeydedir.

Temel seviye uygulamalarda, genel olarak birimler arası koordinasyon, yıllık atık su hacminin ölçülmesi, tesis işletme ve izleme politikası, SCADA sistemi, teknik personeller için teknik kapasite geliştirme faaliyetleri, enerji tüketim ve maliyet analizi bileşenlerinin oldukça iyi düzeyde olduğu görülmektedir. Bu bileşenler bir atık su arıtma tesisinin sürdürülebilir bir şekilde işletilmesi ve yönetilmesi için sağlanması gereken en temel koşulları içermektedir. Bu nedenle idarelerde bu bileşenlerin iyi düzeyde olması, idarelerin orta ve ileri düzey uygulamalar için iyi bir kapasiteye ve deneyime sahip olduğu söylenebilir. Ancak idarelerde bu grupta tespit edilen zayıf yönlerin iyileştirilmesi orta ve ileri seviye uygulamaların etkin bir şekilde uygulanması için önemli katkı sunacaktır.

Orta Seviye Uygulamalar (17-32 arası bileşenler) için Değerlendirme

Bu grupta yer alan bileşenlerin puanlarının genel olarak her üç idarede bir birine çok yakın olduğu görülmektedir. İdare 1’de zayıf bileşenler, atık su şebeke yönetimi için yol haritası, atık su arıtma bakım-onarım politikası, yenilenebilir enerji üretim politikası, atık su şebeke teknik eğitim, tesis işletme performans analiz ve izleme bileşenleridir. Özellikle ekipmanların ekonomik ömürlerinin uzatılması için ekipman bakımları oldukça önemlidir. Ayrıca, tesiste işletme verimliliğinin sağlanması için uygun performans göstergelerinin belirlenmesi ve analiz edilmesi gerekir. Enerji tüketimleri bir tesiste en önemli sorunlardan biri olduğu için yenilenebilir enerji üretimi ve yönetimini bileşenin iyileştirilmesi gerekir. Diğer taraftan bu idarede atık su arıtma yönetimi için yol haritasının oluşturulması, endüstriyel atıkların izlenmesi, raporlama politikası, teknik eğitim, maliyet analizi gibi bileşenlerin iyi düzeyde olduğu görülmektedir.

Tablo 6.5 Orta seviye bileşenler için puanlama sonuçları ve hedefler

ID	Bileşenler	Sistem I			Sistem II			Sistem III					
		Puan	Hedefler			Puan	Hedefler			Puan	Hedefler		
			I	II	III		I	II	III		I	II	III
17	Atık su Şebeke Yönetimi Bileşenlerinin Yönetilmesi için Yol Haritası	2		✓	✓	2		✓	✓	2		✓	✓
18	Atık su Şebeke Yönetiminde Uygulanan Yöntemlerin ve Süreçlerin Raporlanması ve Bilgilendirilmesi	5				5				3		✓	✓
19	Atık su Arıtma Tesisleri için Bakım ve Kontrol Programı	3		✓	✓	4			✓	4			✓
20	Endüstriyel Atık Üreten Tesislerin İzlenmesi ve Denetimi	4			✓	4			✓	3		✓	✓
21	Atık su Arıtma Tesislerinde Kullanılan Ekipmanların Yönetilmesi, Alt Yapı Geliştirme ve Yenileme Politikası	4			✓	4			✓	4			✓
22	Atık Su Arıtma Tesisinde Laboratuvar Varlığı ve Kalibrasyon Politikası	4			✓	5				4			✓
23	Atık su Arıtma Tesisinde Bileşenlerin Yönetilmesi için Yol Haritası	4			✓	5				5			
24	Atık su Arıtma Tesisinde Uygulanan Yöntemlerin ve Süreçlerin Raporlanması ve Bilgilendirilmesi	4			✓	5				5			
25	Atık Su Arıtma Tesislerinde Çevre Düzenlemesi/Peyzaj Uygulama Stratejisi	3		✓	✓	0	✓	✓	✓	3		✓	✓
26	Atık su Tesislerinde Yenilenebilir Enerji Üretim Politikası	2		✓	✓	3		✓	✓	5			
27	Atık su Arıtma Teknik Personeli için Teknik ve Mesleki Eğitim Faaliyetleri	4				3		✓	✓	4			✓
28	Atık su Şebeke Teknik Personeli için Teknik ve Hidrolik Eğitim Faaliyetleri	2		✓	✓	0	✓	✓	✓	0	✓	✓	✓
29	İçmesuyu-Atık su-Arıtma-Yatırım Dairelerinin Yıllık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi	4			✓	5				5			
30	Atık su Arıtma Yönetim Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi	4			✓	5				5			
31	Atık su Arıtma Tesisi İşletme Performansının Analizi ve İzlenmesi	3		✓	✓	5				5			
32	Abone Atık su Şikayet Verilerinin Tutulması ve Analizi	5				5				3		✓	✓

Bu grupta İdare 2’de tespit edilen zayıf bileşenler, atık su şebeke yönetimi için yol haritası, yenilenebilir enerji üretimi, atık su şebeke ve arıtma için teknik eğitim bileşenleridir. Enerji maliyetlerinin düşürülmesi, atık su yönetiminde verimliliğin ve sürdürülebilirliğin sağlanması için personel eğitimlerinin gerçekleştirilmesi ve yöntemlerin etkin bir şekilde uygulanması için yol haritasının oluşturulması gerekir. Bu idarede diğer bileşenlerin genel olarak iyi veya çok iyi düzeyde olduğu görülmektedir. Buna göre bu idarede atık su arıtma süreçleri için yol haritası ve raporlama politikası, faaliyetlerin değerlendirilmesi ve izlenmesi, tesis işletme ve performans analizi, maliyet analizi bileşenleri güçlü yönleri oluşturmaktadır. Bu bileşenlerin iyi düzeyde olması idarede ileri seviye uygulamalar için önemli katkı sunacaktır.

Son olarak idare 3'te belirlenen zayıf bileşenler, atık su şebeke yönetimi için yol haritası ve raporlama, endüstriyel atıkların izlenmesi, teknik personeller için teknik eğitim bileşenleridir. Atık su yönetiminde yöntemlerden beklenen faydaların ve verimliliğin elde edilmesi için yol haritasının ve raporlama yapısının oluşturulması ve personel eğitimlerinin planlanması oldukça önemlidir. Bu nedenle idarede bu bileşenlerin iyileştirilmesi gerekir. Diğer taraftan bu idarede, bakım ve kontrol politikası, ekipmanların yönetilmesi ve kapasite geliştirme, atık su arıtma için yol haritası ve raporlama, teknik eğitim, işletme maliyet analiz ve performans izleme bileşenleri güçlü yönleri oluşturmaktadır. Bu bileşenlerin iyi düzeyde olması idarede ileri seviye uygulamalar için önemli katkı sunacaktır.

Orta seviye uygulamalarda yer alan bileşenlerin puanlarının genel olarak temel seviye uygulamalara göre daha düşük olduğu söylenebilir. Bunun temel nedeni, orta seviyedeki uygulamaların temel seviyeye göre daha maliyetli ve zaman alıcı olması gösterilebilir. Ayrıca, orta seviyedeki bileşenlerin uygulanabilmesinde temel seviyedeki bileşenlerin iyi düzeye sahip olması gerekir. Orta seviye uygulamalarda, atık su yönetim süreçleri için yol haritası ve raporlama, ekipmanların yönetilmesi ve kapasite geliştirme, laboratuvar varlığı, teknik eğitim, faaliyetlerin yıllık değerlendirilmesi ve izlenmesi, işletme maliyetlerinin analiz edilmesi ve izlenmesi, işletme performansının analiz edilmesi bileşenleri genel olarak iyi düzeydedir. Tesisin işletme ve yönetim verimliliği için, ekipman ve personel kapasite durumu, personel kapasite geliştirme faaliyetleri, işletme verimliliğinin sağlanması için maliyet ve performans analizinin yapılması oldukça önemlidir. Diğer taraftan idarede atık su arıtma yönetiminde sürdürülebilir bir işletme planının oluşturulması için zayıf olan bileşenlerin iyileştirilmesi gerekir. Bu grupta tespit edilen zayıf yönlerin iyileştirilmesi ileri seviye uygulamaların etkin bir şekilde uygulanması için önemli katkı sunacaktır.

İleri Seviye Uygulamalar (33-48 arası bileşenler) için Değerlendirme

Bu grupta yer alan bileşenlerin puanlarının her üç idarede de orta ve temel seviye uygulamalardaki bileşenlere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu grupta her üç idare puanının bir birine yakın olduğu söylenebilir. İdare 1'de, iş ve işçi sağlığı için zehirli gazların izlenmesi, yenilenebilir enerji gelirlerinin izlenmesi bileşenleri iyi seviyededir. Ancak bu idarede diğer bileşenlerin genel olarak yetersiz veya kötü düzeyde olduğu söylenebilir.

İdarede, sürdürülebilir atık su ve yağmur suyu yönetim planlarının oluşturulması, mevcut durum analiz ve entegre yönetim modelinin geliştirilmesi, etkin çamur yönetim stratejisinin oluşturulması oldukça önemlidir. Ayrıca, su ve enerji verimliliğinin sağlanması için yenilenebilir enerji üretimi, çamurdan biyogaz ve enerji üretimi, arıtılmış suların geri kullanımı politikası bileşenlerinin iyi düzeyde olması gerekir. Bu nedenle idarede bu bileşenlerin iyileştirilmesi gerekir.

Tablo 6.6 İleri seviye bileşenler için puanlama sonuçları ve hedefler

ID	Bileşenler	Sistem I			Sistem II			Sistem III					
		Puan	Hedefler			Puan	Hedefler			Puan	Hedefler		
			I	II	III		I	II	III		I	II	III
33	Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi için Yıllık Program Oluşturma ve Bütçeleme Politikası	3		✓	✓	2		✓	✓	3		✓	✓
34	Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi Açısından Mevcut Durum Analizi /Değerlendirme	2		✓	✓	3		✓	✓	2		✓	✓
35	Atık su ve Yağmursuyu Yönetimi için Stratejik Planının Oluşturulması	2		✓	✓	3		✓	✓	3		✓	✓
36	Entegre Kentsel Su ve Atık su Yönetim Modeli	3		✓	✓	4			✓	5			
37	Atık su Master Planı	0	✓	✓	✓	1	✓	✓	✓	0	✓	✓	✓
38	Atık su Arıtma Tesisinde Oluşan Çamurların Bertaraf Edilmesi ve Yönetimi Politikası	2		✓	✓	2		✓	✓	5			
39	Arıtma Çamurlarından Biyogaz ve Enerji Üretim Politikası	1	✓	✓	✓	5				5			
40	Atık su Arıtma Tesislerinde Enerji Verimliliği (Optimizasyon) Politikası	2		✓	✓	3		✓	✓	3		✓	✓
41	Arıtılan Atık suların Geri Kullanım Politikası	2		✓	✓	4			✓	5			
42	Atık su arıtma Tesislerinde Varlık Yönetimi Sisteminin Geliştirilmesi	3		✓	✓	2		✓	✓	3		✓	✓
43	Atık su arıtma Tesislerinde Varlık Yönetimi Sistemine göre Ekipmanların İşletilmesi ve Yönetilmesi	3		✓	✓	3		✓	✓	3		✓	✓
44	İş/İşçi Sağlığı ve Güvenliği Çerçevesinde Zehirli Gazların İzlenmesi ve Kontrolü Politikası	4			✓	4			✓	5			
45	Atık su Arıtma İnşaatlarında ve İşletilmesinde İş ve İşçi Güvenliği Uygulamaları	3		✓	✓	3		✓	✓	5			
46	Arıtma Çamurlarının Bertaraf Edilmesi ve Enerji Üretim için Fayda/Maliyetin Analizi ve İzlenmesi	1	✓	✓	✓	4			✓	5			
47	Atık su Tesislerinde Yenilenebilir Elektrik Üretim Gelirinin İzlenmesi ve Analizi	4			✓	4			✓	4			✓
48	Atık su Yönetimi için Performans Değerlendirme (Benchmarking) Göstergelerinin Analizi ve İzlenmesi	3		✓	✓	0	✓	✓	✓	3		✓	✓

İleri seviye uygulamalarda idare 2’de, entegre su ve atık su yönetim modeli, atık suların geri kullanımı, çamurdan biyogaz ve enerji yönetimi, iş ve işçi sağlığı için zehirli gazların izlenmesi, çamur bertaraf ve enerji üretim süreçlerinin maliyet analizi, yenilenebilir enerji üretimi için maliyet analizi bileşenleri oldukça iyi düzeydedir. Özellikle enerji

maliyetlerinin azaltılması ve verimliliğin sağlanması için bu bileşenler önemli katkı sunmaktadır. Diğer taraftan idarede diğer bileşenlerin yetersiz veya kötü düzeyde olduğu görülmektedir. Özellikle sürdürülebilir atık su ve yağmur suyu yönetim planlarının oluşturulması, etkin çamur yönetim planlarının oluşturulması, varlık yönetimi stratejisinin oluşturulması ve ekipmanların işletilmesi bileşenlerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu bileşenlerin iyileştirilmesi, sürdürülebilir ve verimli bir atık su arıtma yönetimine önemli katkı sunacaktır.

Bu grupta idare 3'te entegre su ve atık su yönetim modeli, çamurların yönetilmesi, biyogaz ve enerji yönetimi, atık suların geri kullanımı, zehirli gazların izlenmesi, çamurdan enerji üretim maliyetinin analiz edilmesi, yenilenebilir enerji üretim maliyetinin analiz edilmesi bileşenleri oldukça iyi düzeydedir. Bu bileşenler özellikle idarede su ve enerji verimliliğinin sağlanması ve işletme verimliliğinin oluşturulması açısından oldukça önemlidir. Diğer taraftan idarede diğer bileşenler yetersiz veya kötü düzeydedir. Özellikle sürdürülebilir atık su ve yağmur suyu yönetim planlarının oluşturulması, etkin çamur yönetim planlarının oluşturulması, varlık yönetimi stratejisinin oluşturulması ve ekipmanların işletilmesi bileşenlerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu bileşenlerin iyileştirilmesi, sürdürülebilir ve verimli bir atık su arıtma yönetimine önemli katkı sunacaktır.

İleri seviye uygulamalarda yer alan bileşenlerin puanlarının genel olarak temel ve orta seviye uygulamalara göre daha düşük olduğu söylenebilir. Bunun temel nedeni, ileri seviyedeki uygulamaların diğer seviyelerdeki uygulamalara göre daha maliyetli ve zaman alıcı olmasıdır. Ayrıca, ileri seviyedeki bileşenlerin uygulanabilmesinde temel ve orta seviyedeki bileşenlerin iyi düzeye sahip olması gerekir. İleri seviye uygulamalarda, atık su ve yağmur suyu yönetim planlarının ve master planının oluşturulması, enerji verimliliği (optimizasyon) politikası bileşenleri yetersiz veya kötü düzeydedir. İdarede sürdürülebilir ve etkin atık su ve enerji yönetimi için bu bileşenler iyileştirilmelidir. Diğer taraftan, entegre su ve atık su yönetim planı, çamur yönetimi, biyogaz ve enerji yönetimi, yenilenebilir enerji üretim maliyetinin analizi bileşenleri genel olarak iyi düzeydedir. Bu grupta tespit edilen zayıf yönlerin iyileştirilmesi tesisin etkin ve sürdürülebilir bir şekilde işletilmesi ve yönetilmesi için önemli katkı sunacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışmada geliştirilen sistem ve puanlandırma yapısı atık su arıtma yönetimi kapsamında ölçülen verilerin kalitesinin ve yöntemlerin mevcut uygulama düzeylerinin değerlendirilmesinde önemli katkı sunmaktadır. Bu puanlandırma yapısına

göre idarede atık su yönetimi kapsamında zayıf ve güçlü bileşenler tanımlanmaktadır. Böylece her bir bileşenin mevcut durumu ortaya konulmakta ve uygun hedefler tanımlanmaktadır. Bu sistemin idarelere uygulanması ile mevcut durumun doğru bir şekilde analiz edilmesi, zayıf yönler için uygun hedeflerin tanımlanması ve sürdürülebilir atık su arıtma yönetim modelinin tanımlanması mümkün olmaktadır. Bu sistemin uygulayıcılar ve karar vericiler için referans oluşturacağı ve atık su arıtma yönetiminde önemli katkı sunacağı düşünülmektedir.

Sonuçlar

Bu çalışmada atık su arıtma yönetiminde mevcut durumun analiz edilmesi, verilerin kalitesinin ve yöntemlerin mevcut uygulama düzeylerinin değerlendirilmesi için özgün bir değerlendirme sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem 3 pilot idarede test edilmiştir. Puanlandırma sonuçlarına göre, temel seviye uygulamalardaki bileşenlerin puanlarının orta ve ileri seviye uygulamalardaki bileşen puanlarına göre daha yüksek çıkmıştır. Benzer şekilde orta seviye uygulamadaki bileşenlerin puanları ileri seviyedeki bileşenlerin puanlarına göre daha yüksek elde edilmiştir. Bu durum aslında beklenen bir sonuçtur. Temel seviyede yer alan bileşen bir idarede atık su arıtma yönetimi kapsamında en temel bileşenleri içermektedir.

İdarelerin puanları incelendiğinde, genel olarak idare 2 performansının diğer idarelere göre daha iyi olduğu söylenebilir. İdare 2’de tespit edilen zayıf bileşenler, atık su şebeke yönetimi için yol haritası, yenilenebilir enerji üretimi, atık su şebeke ve arıtma için teknik eğitim bileşenleridir. İdare 1 ve İdare 3 performansları genel olarak birbirine yakın çıkmıştır. Bu idarelerde de temel seviye uygulamalarda bileşenlerin puanları diğer seviyelerdeki bileşenlerin puanlarına göre daha iyi elde edilmiştir. İdare 1’de zayıf bileşenler, atık su şebeke yönetimi için yol haritası, atık su arıtma bakım-onarım politikası, yenilenebilir enerji üretim politikası, iş ve işçi sağlığı için zehirli gazların izlenmesi, yenilenebilir enerji gelirlerinin izlenmesi, atık su şebeke teknik eğitim, tesis işletme performans analiz ve izleme bileşenleridir. İdare 3’te belirlenen zayıf bileşenler, bilgi yönetim sistemlerinin planlanması, üst yönetimin bakış açısı ve verdiği önem, teknik personelin farkındalık düzeyi, arıza bakım onarım maliyet analizi ve izleme, performans izleme ve bilgi sistemlerinin entegrasyonu, atık su şebeke yönetimi için yol haritası ve raporlama, endüstriyel atıkların izlenmesi, teknik personeller için teknik eğitim bileşenleridir.

Yapılan değerlendirmelere göre zayıf bileşenler olarak, bilgi sistemlerinin planlanması, süreçler için yol haritası ve raporlama, performans izleme, enerji üretim politikası, atık suların yeniden kullanımı bileşenleri ön plana çıkmaktadır. Bu sistemin uygulanmasında özellikle ileri seviye bileşenlerin puanlandırılması ve değerlendirilmesi idareler için güç olmaktadır. Bu grupta yer alan bileşenlerin uygulanabilmesi için idarede ve tesiste personel, ekipman, teknik ve finansal kapasitenin yeterli olması beklenmektedir.

Sistemin uygulanması ile idarelerin atık su arıtma yönetimi kapsamındaki mevcut durumu, veri kalitesi ve yöntemlerin uygulama düzeyleri belirlenmiştir. Bu sistem teknik personel ve uygulayıcılar için atık su arıtma yönetimi kapsamında zayıf ve eksik yönleri tanımlamak için önemli katkı sunmaktadır. Böylece tesisin planlanması, işletilmesi ve yönetilmesi kapsamında odaklanılması gereken bileşenler belirlenmektedir. İdaredeki mevcut durum esas alınarak idarenin dinamik yapısına uygun stratejinin geliştirilmesi mümkün olmaktadır. İlerleyen çalışmalarda, bu çalışma temel olarak atık su arıtma yönetiminde yeni bileşenlerin eklenmesi ile kapsam genişletilebilir. Özellikle, otomasyon, bilgi sistem, arıtılmış suların geri kullanımı (tarımsal, peyzaj vb.) ve enerji üretimi ve verimliliği kapsamında yeni bileşenler eklenebilir.

7. MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRME MATRİSİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ İÇİN OPTİMİZASYON TABANLI MODEL GELİŞTİRİLMESİ

7.1. Model Metodolojisi, Matematiksel Altyapı ve Modelin Geliştirilmesi

Tez kapsamında geliştirilen ve üç pilot idareye uygulanan sürdürülebilir su ve atık su yönetim modelinde aşağıdaki değerlendirmeler ve analizler yapılmaktadır;

- ✓ Mevcut Durum Analiz ve Yönetim Sistemi (MDA),
- ✓ Veri matrisi (VERİ),
- ✓ Performans analiz ve değerlendirme sistemi (PADS),
- ✓ Hedef tanımlama sistemi (HEDEF)
- ✓ Yöntem matrisi (YÖNTEM) bileşenlerinin tanımlanması
- ✓ MDA matrisinde yer alan bileşenler için puanlandırma yapısının oluşturulması
- ✓ İdarelerin zayıf ve güçlü yönlerinin tanımlanması

Yukarıda belirtilen matrisler ve bileşenler dikkate alınarak su ve kanalizasyon idareleri irdelenmekte ve idarelerin mevcut durumları belirlenebilmektedir. Çalışmanın bir sonraki safhasında söz konusu idarelerin tüm yönlerini dikkate alan ve idareler için uygun hedefler belirleyen (MDA'daki her bir bileşen için) bir yapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Yine bu model ile belirlenen hedeflere ulaşmak için kademeli olarak uygulanması gereken yöntemler tanımlanmalıdır. Çalışma kapsamında MDA ve VERİ matrislerindeki parametrelerin puanlarının yükseltilmesi ve en uygun hedefin tanımlanması için optimizasyon algoritmalarından faydalanılmıştır.

Bir su idaresinde tüm yönetsel bileşenlerin mevcut durumlarına göre zaman içerisinde iyileşmesi, kurumsal olarak gelişim gösterilmesi ve kamu kaynaklarının etkin ve verimli kullanılması, hedeflere ulaşılması aynı zamanda ilgili mevzuat hükümlerine göre faaliyetlerini sürdürmesi oldukça önemlidir. Ancak idarenin performansının gelişmesi ile beraber hangi yöntemlerin uygulanması, öncelikle düzeltilmesi gereken bileşenler neler ve tüm bunlarla beraber nasıl bir sürecin izlenmesi gerektiği idareler için karmaşık bir süreçtir. Tüm bu zorlu süreçlerde birçok su idaresinin yönetsel olarak yetersiz olması süreci daha da karmaşık hale getirmektedir.

Çalışma kapsamında su idarelerinin yapısı da dikkate alınarak belirlenen tüm bu parametrelerin nasıl iyileştirilmesi gerektiği tipik bir optimizasyon problemi olarak tanımlanabilir. Mevcut durum matrisini etkileyen birçok veri bulunmaktadır. Bu veriler idarelerin doğrudan sahadan elde edeceği sağlıklı veriler olmalıdır. Öyle ki verilerin eksik olması, güvenilir olmaması, mevcut durum matrisi yani Modül A'yı olumsuz olarak etkilemekte ve iyileştirilmesi gereken bileşenler ortaya çıkmaktadır. Her bir bileşenin doğal olarak idarenin toplam performansında ve ilgili faaliyet alanında etkisi farklı olması bir strateji geliştirilmesini oldukça güçleştirmektedir.

İdarenin mevcut durumdan hedef olarak belirlenen makul bir performans seviyesine çıkması için sistemin mevcut durumda geliştirilmesi gereken parametreler optimizasyon algoritmalarıyla bulunabilir. Çalışmada farklı optimizasyon algoritmalarının kullanılması ve seçebilmesi sağlanmaktadır. Çalışmanın aşamaları özetle;

- ✓ Pilot idarelerden gerçek verilerin elde edilmesi (MDA matrisinin uzman ekipler ile idarelere uygulanması)
- ✓ Uygulanacak modelin belirlenmesi
- ✓ Katsayıların tanımlanması, kısıtların ve önceliklerin belirlenmesi
- ✓ Modelin test edilmesi ve yorumlanması

Tez çalışması kapsamında optimizasyon modeli tanımlanırken yukarıda sıralanan işlemler uygulanmış ve bir strateji modeli geliştirilmiştir. Bu amaçla idarelerin sahada ölçtüğü ve tanımladığı veriler elde edilmiştir. Çalışmada pilot idareler İdare 1, İdare 2, İdare 3 olarak ifade edilmiştir.

MDA'da yani mevcut durum analizinde yer alan bileşenler 0 ile 5 arasında kademeli olarak puan almaktadır. Aynı zamanda belirlenen her bir parametre bir başka parametreyi doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Örnek olarak "Üretilen Su Hacminin Ölçülmesi" en temel parametrelerden biridir. Bir su idaresin bu kadar önemli bir parametrenin puanlandırılmada yüksek olması ve güvenilir bir verinin elde edilmesi içme suyu kapsamında yapılacak diğer faaliyetlerin de düzgün bir şekilde yapılmasını mümkün kılmaktadır.

Bu bileşenin (Üretilen Su Hacminin Ölçülmesi) puanlandırmada sisteminde iyi bir puan alması aşağıda verilen analiz ve değerlendirmelerin sağlıklı bir şekilde yürütüldüğü değerlendirilebilir;

- Bu bileşene bağlı olarak, fiziki kayıpların maliyetinin analizi ve izlenmesi,
- Su tüketimi ve kaynak verimliliğinin izlenmesi,
- Enerji tüketim-talep planlaması ve kaynak yönetim stratejisi,
- Su kaynakları, isale, giriş debi yönetim sisteminin (SCADA su üretim) kurulması ve yönetilmesi,
- Su üretim toplam maliyetinin analizi ve izlenmesi,
- İsale hatları ve içme suyu arıtma tesislerinde meydana gelen sızıntılar ve içme suyu arıtma tesislerinde sızıntı yönetimi ve önlenmesi,
- Su talep planlaması ve kaynak yönetim stratejisi, içme suyu master planlarının oluşturulması

Yani üretilen su hacminin ölçülemediği bir sistemde diğer bileşenlerin yapılması mümkün olmamaktadır. Yapılan çalışma temel olarak bahsedilen mantık üzerine kurulmuştur. Su idarelerinin mevcut yapısı, ekonomik, personel, yetki alanı, teknik alt yapısı, su yönetimine karşı farkındalığı ve diğer birçok parametre göz önüne alındığında, her birinin farklı bir yapıda olması sebebiyle mevcut durum matrisindeki bileşenler uygulanabilirlik bakımından temel, orta ve ileri seviye olmak üzere 3 bölüme ayrılmıştır. Tüm bu bileşenler oluşturulurken öncelikle bir su idaresinin su yönetiminde uygulaması gereken en temel bileşenler ilk grupta yer almıştır. İlk grupta yer alan bu bileşenler diğer bileşenlerin uygulanmasını doğrudan etkilemektedir. Bu şekilde bir su idaresinin faaliyetlerinin neredeyse tamamı 3 farklı seviye olarak kolaydan zora doğru sıralanmıştır.

Yukarıda da bahsedildiği gibi mevcut durum matrisinde yer alan her bir bileşenin doğrudan etkilediği veya etkilendiği matrisler belirlenmiştir. Ayrıca mevcut durum matrisindeki her bir bileşenin veri matrisinde etkilediği bileşenler belirlenmiştir. Bu şekilde mevcut durum matrisindeki bileşenlerin su yönetimi kapsamında etkilediği toplam bileşen sayısı (mevcut durum analizi matrisinde etkilediği bileşen sayısı + veri matrisinde etkilediği bileşen sayısı) belirlenmiştir. Mevcut durum matrisindeki her bir bileşeni etkileyen diğer bileşenler ve veri matrisi sayıları önerilen modelde etki düzeyini ifade ettiği düşünülmüştür.

Bu etki düzeyi (ağırlık katsayısı) ve mantıksal kurgu dikkate alınarak mevcut durum analizi matrisinde yer alan parametreler arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu düşünülmüştür ve doğrusal bir model önerilmiştir. Oluşan bu modelde bileşenlerin, saha tecrübeleri ve uzmanlarla yapılan toplantılar sonucunda, uygulanabilir olmasına çalışılmıştır. Mevcut durum analizinde her bileşeni etkileyen veri matrisi sayısı, ilişkili olduğu mevcut durum matrisini etkileyen veri matrisi sayısı dikkate alınarak etki katsayısı hesaplanmıştır. Etki katsayısı hesaplanırken mükerrer olan veri matrisi sayıları dikkate alınmıştır.

Su İdarelerinden Veri Elde Edilmesi ve Veri Matrisini Oluşturma Terminolojisi

Su idarelerinden gerçek saha verilerinin elde edilmesi için 231 adet parametreden oluşan mevcut durum analizi matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu bileşenler uzman ekip tarafından su idarelerine gidilerek doğrudan kurum mühendisleri ile doldurulmuştur. Puanlandırma 0 ile 5 arasında yer alan değerler almaktadır. Puanlandırma sonucu oluşan tabloda idarelerin mevcut durumları ortaya konulmakta tabiri caizse karneler oluşturulmaktadır. Aşağıda VERİ matrisinin (D_m) örneği yer almaktadır.

Sistem Modelinin Oluşturulması ve Amaç Fonksiyonun Belirlenmesi

Önceki bölümde detayları verilen ve üç pilot idareye uygulanan modeldeki puanlar esas alınarak her bir idare için VERİ matrisi doğrudan saha değerlendirmelerine göre oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında MDA ile VERİ matrisi arasındaki ilişkinin doğrusal yapıda olduğu düşünülmüştür. Bu değerlendirmelere göre oluşturulan doğrusal özellikteki VERİ matrisi (D_m) katsayı ilişkisinin matematiksel formu denklem (7.1) ile tanımlanmıştır.

$$D_m = \begin{bmatrix} D_{m(1,1)} & D_{m(1,2)} & \cdots & D_{m(1,k)} \\ D_{m(2,1)} & D_{m(2,2)} & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ D_{m(21,1)} & D_{m(21,1)} & \cdots & D_{m(l,k)} \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} k=1,2,\dots,11 \\ l=1,2,3,\dots,21 \end{matrix} \quad (7.1)$$

Tablo 7.1 Su ve atık su yönetimi için optimizasyon modeli matrisi

D _m	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
1	D _{m1}	D _{m2}	D _{m3}	D _{m4}	D _{m5}	D _{m6}	D _{m7}	D _{m8}	D _{m9}	D _{m10}	D _{m11}
2	D _{m12}	D _{m13}	D _{m14}	D _{m15}	D _{m16}	D _{m17}	D _{m18}	D _{m19}	D _{m20}	D _{m21}	D _{m22}
3	D _{m23}	D _{m24}	D _{m25}	D _{m26}	D _{m27}	D _{m28}	D _{m29}	D _{m30}	D _{m31}	D _{m32}	D _{m33}
4	D _{m34}	D _{m35}	D _{m36}	D _{m37}	D _{m38}	D _{m39}	D _{m40}	D _{m41}	D _{m42}	D _{m43}	D _{m44}
5	D _{m45}	D _{m46}	D _{m47}	D _{m48}	D _{m49}	D _{m50}	D _{m51}	D _{m52}	D _{m53}	D _{m54}	D _{m55}
6	D _{m56}	D _{m57}	D _{m58}	D _{m59}	D _{m60}	D _{m61}	D _{m62}	D _{m63}	D _{m64}	D _{m65}	D _{m66}
7	D _{m67}	D _{m68}	D _{m69}	D _{m70}	D _{m71}	D _{m72}	D _{m73}	D _{m74}	D _{m75}	D _{m76}	D _{m77}
8	D _{m78}	D _{m79}	D _{m80}	D _{m81}	D _{m82}	D _{m83}	D _{m84}	D _{m85}	D _{m86}	D _{m87}	D _{m88}
9	D _{m89}	D _{m90}	D _{m91}	D _{m92}	D _{m93}	D _{m94}	D _{m95}	D _{m96}	D _{m97}	D _{m98}	D _{m99}
10	D _{m100}	D _{m101}	D _{m102}	D _{m103}	D _{m104}	D _{m105}	D _{m106}	D _{m107}	D _{m108}	D _{m109}	D _{m110}
11	D _{m111}	D _{m112}	D _{m113}	D _{m114}	D _{m115}	D _{m116}	D _{m117}	D _{m118}	D _{m119}	D _{m120}	D _{m121}
12	D _{m122}	D _{m123}	D _{m124}	D _{m125}	D _{m126}	D _{m127}	D _{m128}	D _{m129}	D _{m130}	D _{m131}	D _{m132}
13	D _{m133}	D _{m134}	D _{m135}	D _{m136}	D _{m137}	D _{m138}	D _{m139}	D _{m140}	D _{m141}	D _{m142}	D _{m143}
14	D _{m144}	D _{m145}	D _{m146}	D _{m147}	D _{m148}	D _{m149}	D _{m150}	D _{m151}	D _{m152}	D _{m153}	D _{m154}
15	D _{m155}	D _{m156}	D _{m157}	D _{m158}	D _{m159}	D _{m160}	D _{m161}	D _{m162}	D _{m163}	D _{m164}	D _{m165}
16	D _{m166}	D _{m167}	D _{m168}	D _{m169}	D _{m170}	D _{m171}	D _{m172}	D _{m173}	D _{m174}	D _{m175}	D _{m176}
17	D _{m177}	D _{m178}	D _{m179}	D _{m180}	D _{m181}	D _{m182}	D _{m183}	D _{m184}	D _{m185}	D _{m186}	D _{m187}
18	D _{m188}	D _{m189}	D _{m190}	D _{m191}	D _{m192}	D _{m193}	D _{m194}	D _{m195}	D _{m196}	D _{m197}	D _{m198}
19	D _{m199}	D _{m200}	D _{m201}	D _{m202}	D _{m203}	D _{m204}	D _{m205}	D _{m206}	D _{m207}	D _{m208}	D _{m209}
20	D _{m210}	D _{m211}	D _{m212}	D _{m213}	D _{m214}	D _{m215}	D _{m216}	D _{m217}	D _{m218}	D _{m219}	D _{m220}
21	D _{m221}	D _{m222}	D _{m223}	D _{m224}	D _{m225}	D _{m226}	D _{m227}	D _{m228}	D _{m229}	D _{m230}	D _{m231}

Çalışmada yer alan ve modelde kullanılacak olan etki katsayıları hesaplanmış ve matris formunda Tablo 7.2’de gösterilmiştir. Etki katsayısı matrisi her bileşenin etkilediği veri matrisi sayısına göre belirlenmiş bir matristir. Bu matris ile lineer modelin etkinliği artırılmıştır. Optimizasyon süresince bu etki katsayılarından değerler tekrarlı olarak alınarak değer hesaplanmaktadır. Sistemde önceki bölümlerde de anlatıldığı gibi toplamda 231 parametrenin optimizasyonu yapılmaktadır. Etki katsayısı matrisinin genel matematiksel modeli aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

Tablo 7.2 Su ve atık su yönetimi optimizasyon modelinde kullanılan etki katsayıları

w	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
1	71	39	285	44	53	41	13	6	37	26	121
2	73	47	41	45	117	29	87	66	33	18	42
3	53	214	105	10	118	46	69	13	29	10	10
4	31	133	9	124	122	4	31	72	9	16	15
5	27	48	102	75	49	12	34	46	13	34	20
6	39	77	45	38	50	13	30	42	6	19	9
7	34	62	92	4	49	12	5	17	19	21	6
8	26	13	27	12	35	4	10	23	9	9	19
9	21	2	92	7	40	4	8	16	30	8	20
10	14	3	102	29	10	14	34	14	26	18	29
11	12	2	50	11	2	3	82	15	18	22	23
12	11	69	44	2	16	14	11	30	14	7	37
13	14	6	53	7	9	11	18	29	13	25	54
14	13	3	33	24	24	1	16	12	24	7	39
15	11	13	190	16	33	8	8	22	1	5	27
16	10	12	30	12	10	4	17	21	3	6	22
17	41	33	16	5	12	2	26	19	24	7	9
18	6	25	22	7	41	11	26	14	1	13	22
19	5	9	85	11	92	19	6	4	9	15	7
20	16	9	10	5	8	3	6	3	11	11	4
21	17	9	7	17	11	24	16	7	8	10	6

$$w = \begin{bmatrix} w_{(1,1)} & w_{(1,2)} & \cdots & w_{(1,k)} \\ w_{(2,1)} & w_{(2,2)} & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_{(21,1)} & w_{(21,2)} & \cdots & w_{(l,k)} \end{bmatrix} \quad k=1,2,\dots,11 \quad l=1,2,3,\dots,21 \quad (7.2)$$

Mevcut durum matrisindeki her bileşenin ilişkili olduğu diğer mevcut durum matrisi ve veri matrisleri matematiksel işlemler yapılarak Dm olarak adlandırılan matris oluşturulmuştur. Çalışmanın devamında bahsi geçen matris formları kullanılmıştır. Optimizasyonun matematiksel modeli tanımlandıktan sonra amaç fonksiyonun hesaplanması gerekmektedir. Çalışma kapsamında önerilen optimizasyon yapısı içinde tanımlanan amaç fonksiyonunun metodolojisine göre katsayı matrisinin en uygun değerleri

aranmaktadır. Optimizasyon modelinde amaç fonksiyonu analiz edilirken her bir seviye göre sonuç matrisinin (Result Matris -R) alabileceği değerler tanımlanmıştır.

$$R = \sum_{\gamma=1}^{231} w(\gamma) D_m(\gamma) \quad (7.3)$$

Daha önce de bahsedildiği gibi mevcut durum matrisindeki (Modül A) her bir bileşen aralarında doğrudan bir bağ bulunan veri matrisinde yer alan bileşenler ile ilişkilendirilmiştir. Söz konusu işlem yapılırken, (i) Mevcut Durum Analiz Ve Yönetim Sisteminde (MDA) bir bileşenin 0-1 puan alması halinde Veri matrisinde (VERİ) bu bileşenlerin ilişkili olduğu bileşenlerin “veri kalitesi çok kötüdür ve iyileştirilmelidir” şeklinde değerlendirilmiştir. Mevcut Durum Analiz Ve Yönetim Sisteminde (MDA) 2-3 puan alması durumunda veri matrisinde bu bileşenlerin ilişkili olduğu “veri kalitesi şüpheli ve iyileştirilmelidir” şeklinde değerlendirilmekte, 4-5 puan alması halinde ise veri matrisinde bu bileşenlerin ilişkili olduğu “veri kalitesi iyi veya çok iyi” şeklinde değerlendirilmektedir.

Su ve kanal idarelerinin yapısı ve faaliyet alanları dikkate alındığında, MDA bileşenlerinin aldığı puanların VERİ matrisi üzerindeki her bir veri üzerinde oldukça büyük etkisi vardır. MDA’da bir bileşenin yüksek puan alması, bu bileşenler ile ilişkili verilerin ölçüldüğü ve güvenilir olduğunu ifade eder. MDA matrisindeki bir bileşen yine MDA matrisindeki diğer bileşenler üzerinde de etkisi söz konusudur. Bu sebeple matrislerin belirlenmesinden sonra MDA matrisinde yer alan bileşenlerin MDA ve VERİ matrislerinde etkilediği değişken sayıları belirlenmiştir. Böylece MDA matrisinde her bir bileşenin su ve atık su yönetimi kapsamında etkilediği toplam bileşen sayısı MDA+ VERİ matrislerinde etkilediği bileşen sayısı) belirlenmiştir. Bulunan bu sayıların MDA matrisindeki bir bileşenin modelde etki düzeyini ifade ettiği düşünülmüştür. Etki düzeyi sayısının hesaplanmasında aşağıdaki adımlar takip edilmektedir.

- MDA-VERİ Matrisi İlişkilendirme
- MDA - MDA İlişkilendirme

Hesap sonunda Modül A’da yer alan bir bileşenin kaç tane veri matrisi ile ilişkili olduğu bulunarak etki katsayısı ortaya çıkmaktadır. Örneğin A1-4 “Su (Kayıp) Yönetimi için Birim ve Ekip Yeterliliği” bileşeni için etki katsayısı hesabı Tablo 7.3’te verildiği gibi hesaplanmaktadır.

A1-4 matrisi Veri Matrisinde doğrudan 3 bileşenle ilişkilidir. Ayrıca dolaylı olarak Modül A yapısında da 10 bileşenle de ilişkisi bulunmaktadır. Modül A’da A1-13 3, A1-9 4, A1-10 3, A1-11 1, A6-8 1, A1-15 1, A1-17 9, A1-18 1, A1-20 1, A11-7 4 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak Modül A2da A1-4 bileşeni için veri matrislerinin toplamı olan 31 sayısı bulunmuş, A1-4 için etki katsayısı modelde bu şekilde kodlanmıştır. Diğer tüm 231 bileşen için aynı mantıkla etki katsayıları tek tek hesaplanmıştır.

Tablo 7.3 MDA Bileşenleri için Etki Katsayısı Hesabı

Modül A kodu	Veri Matrisi Kodu	Modül A kodu	Veri Matrisi Kodu
A1-4	V4-4	A1-13	V4-11
	V4-6		V1-13
	V4-7		V11-3
		A1-9	V6-4
			V6-3
			V4-4
			V6-20
		A1-10	V10-4
			V10-16
			V10-19
		A1-11	V2-15
		A6-8	V5-15
		A1-15	V2-15
		A1-17	V4-19
			V8-20
			V8-21
			V11-13
			V11-14
			V11-15
			V11-3
			V11-4
		V11-5	
		A1-18	V4-18
		A1-20	V4-18
		A11-7	V1-3
			V1-21
			V3-1
			V5-15

Tablo 7.4'te pilot idareler ve saha tecrübelerine dayanılarak her üç seviyede de mevcut durum puanlarına göre sonuç puanlarının sınırları belirlenmektedir. Sonuç matrisleri her iterasyon sonunda bu koşullara göre kontrol edilmektedir. Yapılan kontroller sonunda koşullara uygunluğuna göre sonuç kabul edilip veya edilmeyip algoritma bir sonraki iterasyona geçmektedir.

Tablo 7.4 Başlangıç puanlarına göre sonuç matrisinin alması gereken değerler

Seviyeler	Başlangıç Puanı	Sonuç Matrisi
Temel Seviye (İlk 7'lik grupta bulunan her bir değişken) için şartlar	0, 1 ve 2 puan almışsa	≤ 4
	3 ve 4 puan almışsa	\geq mevcut değer
Orta Seviye (Orta 7'lik grupta bulunan her bir değişken) için şartlar	0, 1 ve 2 puan almışsa	≤ 4
	3 puan almışsa	≥ 3
	4 puan almışsa	≥ 4
İleri Seviye (İleri 7'lik grupta bulunan her bir değişken) için şartlar	0, 1 ve 2 puan almışsa	≤ 3
	3 puan almışsa	≥ 3
	4 puan almışsa	≥ 4

Temel seviyede yer alan bileşenler her ana başlık altında 1 ile 8 arasındaki 7 bileşenden oluşmaktadır. Doğal olarak idarelerin basitten zora doğru uygulamaları gerçekleştirdiği varsayılır ve optimizasyon sürecinde de aynı yol takip edilmekte temel seviye bileşenler öncelikle iyileştirilecektir. Bir sonraki seviye olan orta seviye ise ikinci 7 olan bileşenleri içermekte, son olarak kalan 7 bileşen ise ileri seviye uygulamaları ifade etmektedir.

Su ve atık su yönetimi için önerilen optimizasyon modelinin geliştirilmesi ve matematiksel yapının tanımlanması aşağıda belirtilen değerlendirmeler yapılmıştır;

- MDA ve dolayısıyla VERİ matrislerindeki her bir bileşen için puanlar 0 ile 5 arasında olacak şekilde tanımlanmıştır. Buna göre optimizasyon modelinde puan matrisinde her bir değişkenin alacağı puanlar 0, 1, 2, 3, 4 ve 5 olabilmektedir.
- Kentsel su döngüsünün sürdürülebilir ve etkin yönetimi için arzu edilen durum her bir bileşenin 5 puana sahip olmasıdır. Ancak bu durum saha koşulları ve idarelerin mevcut durumlar göz önüne alındığında gerçekçi ve uygulanabilir değildir.
- İdarelerin MDA puanlandırma sonuçları esas alınarak her bir bileşen için uygun ve ulaşılabilir hedefler tanımlanır. Tanımlanan bu hedeflere ulaşmak için optimizasyon modeli yol haritası sunmaktadır.
- Optimizasyon sürecinde analiz yapılırken VERİ matrisindeki her bir bileşen için 0 ile 5 arasında tam sayı puanların ataması yapılır ve bileşenlerin başlangıç puanları dikkate alınarak bileşenin alacağı değere göre optimizasyon modelinde amaç fonksiyonu hesaplanır.
- Optimizasyon modelinde VERİ matrisindeki her bir bileşenin önceki değeri ile modelin atadığı değerler kıyaslanarak değerlendirilir. VERİ matrisinde bir bileşen başlangıç puanı olarak 0 ve 1 değerine sahip ise, algoritma tarafından bu bileşene 2 veya 3 puan ataması yapılmışsa model yapısında Dm değeri Zorluk katsayısı (ZK_1) 1 katsayısı ile çarpılır.
- VERİ matrisinde bir bileşen başlangıç puanı olarak 0 ve 1 değerine sahip ise, algoritma tarafından bu bileşene 4 puan ataması yapılmışsa model yapısında Dm değeri Zorluk katsayısı (ZK_1) 1 ve Zorluk katsayısı (ZK_2) 2 katsayılarının toplamı (ZK_1+ZK_2) ile çarpılır.
- VERİ matrisinde bir bileşen başlangıç puanı olarak 0 ve 1 değerine sahip ise, algoritma tarafından bu bileşene 5 puan ataması yapılmışsa model yapısında Dm değeri Zorluk katsayısı (ZK_1) 1, Zorluk katsayısı (ZK_2) 2 ve Zorluk katsayısı (ZK_3) 3 katsayılarının toplamı ($ZK_1+ZK_2+ ZK_3$) ile çarpılır.

- Böylece optimizasyon modelinde problemin doğasına uygun bir algoritmik yapının tanımlanması sağlanmıştır. VERİ matrisinde mevcut durumda 0 ve 1 puan alan bileşenlerin 2 veya 3 puana geçişinin zorluk düzeyi ile başlangıç puanı 2 veya 3 puan olan bileşenlerin 4 puana geçişinin zorluk düzeyi aynı olmayacaktır. Benzer şekilde başlangıç puanı 4 puan olan bileşenlerin 5 puana geçişinin zorluk düzeyi farklı olacaktır.
- Bilindiği üzere su ve atık su yönetimi oldukça zor ve maliyetli süreçler içermektedir. İncelenen problemin bu zor yapısı göz önüne alınarak bir bileşenin iyi düzeyden (4 puan) çok iyi düzeye (5 puan) geçişinin çok kötü (0 puan) veya kötü (1 puan) düzeyden yetersiz (2 puan) veya orta (3 puan) düzeyine geçişini sağlamak daha zor ve maliyetlidir.
- Problemin bu doğal yapısını optimizasyon modeline ve matematiksel yapısına yansıtmak için puanlar arasında geçişin belirli bir zorluk düzeyine sahip olması sağlanmıştır. Pilot idarelerden alınan gerçek saha verileri dikkate alınarak optimizasyon modeli test edilerek geçiş yani zorluk katsayıları $ZK_1=1$ $ZK_2=3$ ve $ZK_3=5$ şeklinde belirlenmiştir. Ancak bu katsayılar ilerleyen çalışmalarda idarelerin dinamik yapısı göz önüne alınarak güncellenebilir.
- Su ve atık su yönetimi için önerilen optimizasyon modelinde kullanılan amaç fonksiyonu (AF) denklem (7.4) ile hesaplanmaktadır. Bu fonksiyonda hedef değerler HD şeklinde ifade edilmiştir.

$$AF = (HD - \sum_{\gamma=1}^{231} ((ZK_1 + ZK_2 + ZK_3)w(\gamma)D_m(\lambda)) / \sum_{\gamma=1}^{231} w(\gamma)) \quad (7.4)$$

Optimizasyon algoritmasında amaç fonksiyonu içerisinde değişkenlerin alabileceği minimum değer 0 maksimum değer ise 5'tir. Her iterasyonda bir aday çözüm önerilmektedir. Önerilen bu aday çözümler öncelikle aşağıda belirtilen filtrelerden geçmektedir. Bu yapılar göre AF değeri hesaplanmaktadır. Daha sonra ise önerilen çözümün saha ile uygunluğu test edilmektedir. Bunun içinde Tablo 4'teki şartlar kullanılmaktadır. Bu şartları sağlıyor ise algoritma bu çözümü kabul etmekte saptamıyor ise başka bir parametre vektör uzayına geçmektedir. Optimizasyon süresince geçiş değerlerinin belirlenmesinde aşağıda belirtilen

algoritmik yapı kullanılmıştır. ND_m(i) optimizasyon algoritmasının önermiş olduğu yeni değerdir.

Başlangıcın 0 veya 1 olması durumunda geçiş katsayısının belirlenmesinde ki süreç aşağıdaki gibidir. Öncelikle ZK zorluk fonksiyon değerlerini göstermektedir. Alınan yeni değere göre geçiş fonksiyon değerleri atanmakta ve AF amaç fonksiyon değeri Denklem 7.4'e göre hesaplanmaktadır.

$$G(ZK_1, ZK_2, ZK_3) = \left\{ \begin{array}{l} ZK_1 = \mathbf{0}; ZK_2 = \mathbf{0}; ZK_3 = \mathbf{0}; (D(\gamma) = \mathbf{0} \parallel D(\gamma) == \mathbf{1}) \\ ZK_1 = \mathbf{1}; ZK_2 = \mathbf{0}; ZK_3 = \mathbf{0}; (D(\gamma) = \mathbf{2} \parallel D(\gamma) == \mathbf{3}) \\ ZK_1 = \mathbf{1}; ZK_2 = \mathbf{3}; ZK_3 = \mathbf{0}; (D(\gamma) = \mathbf{4}) \\ ZK_1 = \mathbf{1}; ZK_2 = \mathbf{3}; ZK_3 = \mathbf{5}; (D(\gamma) = \mathbf{5}) \end{array} \right\} \quad (7.5)$$

Benzer şekilde başlangıcın 2 veya 3 olması durumunda geçiş katsayısının belirlenmesinde aşağıda verilen fonksiyon kullanılmıştır.

$$G(ZK_1, ZK_2, ZK_3) = \left\{ \begin{array}{l} ZK_1 = \mathbf{0}; ZK_2 = \mathbf{0}; ZK_3 = \mathbf{0}; (ND_m(\gamma) = \mathbf{0} \parallel ND_m(\gamma) == \mathbf{1}) \\ ZK_1 = \mathbf{0}; ZK_2 = \mathbf{0}; ZK_3 = \mathbf{0}; (ND_m(\gamma) = \mathbf{2} \parallel ND_m(\gamma) == \mathbf{3}) \\ ZK_1 = \mathbf{0}; ZK_2 = \mathbf{3}; ZK_3 = \mathbf{0}; (ND_m(\gamma) = \mathbf{4}) \\ ZK_1 = \mathbf{0}; ZK_2 = \mathbf{3}; ZK_3 = \mathbf{5}; (ND_m(\gamma) = \mathbf{5}) \end{array} \right\} \quad (7.6)$$

Başlangıcın 4 olması durumunda geçiş katsayısının belirlenmesinde takip edilen algoritmik süreç aşağıdaki gibidir:

$$G(ZK_1, ZK_2, ZK_3) = \left\{ \begin{array}{l} ZK_1 = \mathbf{0}; ZK_2 = \mathbf{0}; ZK_3 = \mathbf{0}; (ND_m(\gamma) = \mathbf{0} \parallel ND_m(\gamma) == \mathbf{1}) \\ ZK_1 = \mathbf{0}; ZK_2 = \mathbf{0}; ZK_3 = \mathbf{0}; (ND_m(\gamma) = \mathbf{2} \parallel ND_m(\gamma) == \mathbf{3}) \\ ZK_1 = \mathbf{0}; ZK_2 = \mathbf{0}; ZK_3 = \mathbf{0}; (ND_m(\gamma) = \mathbf{4}) \\ ZK_1 = \mathbf{0}; ZK_2 = \mathbf{0}; ZK_3 = \mathbf{5}; (ND_m(\gamma) = \mathbf{5}) \end{array} \right\} \quad (7.7)$$

Başlangıcın 5 olması ise aslında o değişken için optimizasyona ihtiyaç olmadığını gösteri ve amaç fonksiyonuna katkı yapmasına gerek yoktur. Bundan dolayı zorluk katsayıları $ZK1=0$; $ZK2=0$; $ZK3=0$; şeklinde alınarak atama işlemi gerçekleşir. Optimizasyon süresince herhangi bir değer geriye gitmesi sistemin gerçek zamanlı modeli için söz konusu değildir. Bundan dolayı bu terminoloji sağlanması için geri gitme durumları algoritmanın lokal noktalara takılmaması için zorluk katsayıları $ZK1=0$; $ZK2=0$; $ZK3=0$; şeklinde atanarak sağlanmıştır. Aşağıdaki bölümlerde Denge Optimizasyon algoritmasıyla bu sürecin nasıl gerçekleştirildiği anlatılmıştır.

*Önerilen MDA Modelinin Denge Optimizasyon Algoritmasıyla Optimizasyonu
(Algoritmanın Temel Felsefesinin ve Matematiksel Alt Yapısı)*

Denge optimizasyon algoritması kontrol hacmi üzerindeki kütle dengesinin karşılaştırılmasından ilham alan bir algoritmadır. Bu denklem kütle korunumu kuralını belirli bir kontrol hacminde sağlamaktadır. Alt kısımda gösterilen 1. dereceden diferansiyel denklem söz konusu denkleme göstermektedir. Belirtilen denkleme göre kütle zamanla değişimi, sisteme giren ve sistemden çıkan toplam kütle farkıyla ifade edilmektedir. (Faramarzi vd. 2020). Birim zamandaki kütle değişimi aşağıdaki denklem ile ifade edilir:

$$V \frac{dC}{dt} = QC_{eq} - QC + G \quad (7.8)$$

Denklemden yer alan C hacmi içerisindeki sıvı çözelti (V), $V \frac{dC}{dt}$ ise bilinen bir hacimdeki kütle zamanla değişimini ifade etmektedir, Q hacimsel akışı, C_{eq} denge halindeki çözeltiyi, G’de sistemdeki kütle zamanla değişimini oransal olarak göstermektedir (Faramarzi vd. 2020). Denklemden yer alan $V \frac{dC}{dt}$ ifadesi sıfıra gittiği zaman sistem kararlı duruma gelmektedir. Aslında optimize edilecek değerler C değişkeni içerisinde yerleştirilmektedir. Bu problemde de C yerine $D_m(\gamma)$ alınarak denklemler aşağıdaki gibi türetilmektedir. Örneğin denklem 9 de yeni hesaplanacak veri matrisinin türetim kuralı verilmektedir.

Sonuç olarak Denklem 9 aşağıdaki gibi düzenlenir:

$$D_m = D_{meq} + (D_{m_0} - D_{meq})F + \frac{G}{\lambda V}(1-F) \quad (7.9)$$

Denklem 9 deki F aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$F = \exp[-\lambda(t - t_0)] \quad (7.10)$$

Denklemlerde yer alan t_0 ve D_m başlangıçtaki süre ve konsantrasyon (yoğunluk) değerlerini göstermektedir. 9 numaralı denklemeile bu dönüş hızına göre kontrol hacmi içerisindeki yoğunluk hesaplanmaktadır. Belirtilen denklem Denge Optimizasyon algoritmasının esasını oluşturan denklemdir (Faramarzi vd. 2020). Denklem 9 Parçacık sürü optimizasyon algoritmasındaki olduğu gibi parçacıkların güncellenme kuralını göstermektedir. Denklem 9'da parçacıkların güncellenmesi için üç durum veya aşama bulunmaktadır. Her parçacık konsantrasyonun güncellenmesi için birbirinden bağımsız bu üç duruma göre çalışmaktadır.

Birinci aşama konsantrasyonun dengesidir. Bu aşama havuzda rastsal olarak seçilen şimdiye kadar ki en iyi çözümlerden birini ifade eder. Bu yapı denge havuzu olarak adlandırılır. Algoritmadaki havuz en iyi çözüm etrafında oluşturulan dört en iyi çözümü ve onların ortalamasından oluşmaktadır (Faramarzi vd. 2020). İkinci aşama mevcut parçacık ile denge durumu arasındaki konsantrasyonun (yoğunluk) farkını gösterir. Bu yapı doğrudan arama mekanizmasını etkilemektedir. Bu aşamada parçacıkların global noktasını bulmak için parametre vektör uzayında arama yapmasını sağlar.

Üçüncü aşama ise türetme oranı ile ilişkilidir. Bu aşama aramanın iyileştirilmesinde rol oynamaktadır. Özellikle küçük adımlar veya oranlarla hareket edildiğinde arama sürecine önemli katkıları olmaktadır. Bahsedilen bu üç aşama arama performansını doğrudan etkiler. Algoritmanın arama sürecine etki eden yapıları aşağıda açıklanmaktadır (Faramarzi vd. 2020).

Başlangıç Matrisinin Oluşturulması

Diğer meta-sezgisel optimizasyon algoritmalarında olduğu gibi DO (Denge Optimizasyon) algoritmasının optimizasyon sürecini başlatmak için başlangıç popülasyonu kullanılır. Başlangıç konsantrasyonu veya yoğunluğu parçacık sayısına göre uniform rastsal dağılıma kullanılarak oluşturulmaktadır. Başlangıç popülasyonu aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$D_{m\gamma}^{\text{initial}} = D_{m_{\min}} + \text{rand}_{\gamma}(D_{m_{\max}} - D_{m_{\min}}) \quad \gamma = 1, 2, 3, \dots, n \quad (7.11)$$

$D_{m\gamma}^{\text{initial}}$ her parçacık için başlangıç konsantrasyonunun vektörüdür. $D_{m_{\max}}$ ve $D_{m_{\min}}$ yönlerin maksimum ve minimum değerlerini göstermektedir. rand_{γ} [0 1] arasında türetilen rastsal vektördür. n ise popülasyondaki parçacıkların sayısını göstermektedir. Parçacıkların kendi amaç fonksiyon (fitness) değerine göre değerlendirilir ve daha sonra bu değer denge adaylarının belirlenmesinde kullanılır (Faramarzi vd. 2020).

Aday Çözümlerin Oluşturulması

Denge durumu algoritmanın final durumu olarak gösterilir. Bu aşama algoritma içerisinde global optimal nokta olarak adlandırılır. Optimizasyon sürecinin başlangıcında denge durumu hakkında bilgi bulunmamaktadır. Sadece parçacıklar arama işlemini başlatmak için denge adaylarını kullanır. Farklı şartlar altında farklı tip problemlerin çözümünde elde edilen tecrübelerle göre tüm optimizasyon sürecinde bu aday çözümler en iyi çözüme yakın olan dört farklı çözümdür. Yani en iyi çözümün etrafında dört adet aday çözüm belirlenir. Bu çözümlere ek olarak dört adet aday çözümün ortalaması da kullanılır. Bu dört aday DO algoritmasına çok iyi bir arama kabiliyeti vermektedir. Optimizasyon problemine göre aday çözümlerin sayısı istenilen sayıda alınabilir.

Aslında en iyi çözüm etrafında belirli bir sayıda aday çözüm belirlemek literatürdeki başka çalışmalarda da mevcuttur (Mirjalili vd., 2014). Gri Kurt optimizasyon algoritmasında da üç aday çözüm kullanılır. Fakat dört aday çözümden fazla aday çözüm algoritma performansına olumsuz yönde etki etmektedir. Algoritma denge havuzu diye adlandırılan $C_{eq,pool}$ beş elemandan oluşur (Faramarzi vd. 2020).

$$\vec{D}_{m\ eq,pool} = \left\{ \vec{D}_{m\ eq(1)}, \vec{D}_{m\ eq(2)}, \vec{D}_{m\ eq(3)}, \vec{D}_{m\ eq(4)}, \vec{D}_{m\ eq(ave)} \right\} \quad (7.12)$$

Her iterasyondaki her parçacığın konsantrasyonu aynı olasılıkla aday çözümler içersinde rastsal olarak seçilerek güncellenir. Örneğin birinci iterasyonda ilk parçacık tüm konsantrasyonun $\vec{C}_{eq(1)}$ göre güncellenir. Buna bağlı olarak ortalama konsantrasyon $\vec{C}_{eq(ave)}$ değeri de güncellenir. Bundan dolayı optimizasyon süreci sonunda tüm parçacıklar tüm aday çözümlere göre aynı sayıdaki güncellenmeyle güncellenir.

Üssel Dönem (Exponential term (F))

Ana konsantrasyon (yoğunluk) değerlerinin güncellendiği dönem üssel aşamasıdır. Denge optimizasyon algoritmasının algoritmik süreç içerisinde arama ve işletme (çalıştırma) durumları arasında makul bir dengeye sahiptir. Çünkü değişim hızı oranı (turnover rate) gerçek bir kontrol hacmi içerisinde zamana bağlı olarak değişebilir. λ [0,1] arasında rastsal bir vektörü göstermektedir. Bu vektör aşağıdaki gibidir (Faramarzi vd. 2020):

$$\vec{F} = e^{-\lambda(t-t_0)} \quad (7.13)$$

Denklemdaki t fonksiyondaki iterasyon sayısını tanımlar. Bunda dolayı Denklem 7.14'de gösterildiği gibi iterasyon sayısına göre azalmaktadır ve t aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$t = \left(1 - \frac{Iter}{Max_Iter} \right)^{\left(a_2 \frac{Iter}{Max_Iter} \right)} \quad (7.14)$$

Denklemdaki Iter ve Max_Iter mevcut ve maksimum iterasyon sayılarını gösterir. a_2 sabit bir değerdir ve kullanım kabiliyetini gösterir. Yapılan işlemler sonucunda arama ve çalıştırma (kullanma) kabiliyeti artırılarak algoritmanın optimal noktaya ulaşmasının garanti olması için Denklem 7.15 göz önünde bulundurulur (Faramarzi vd. 2020).

$$\bar{t}_0 = \frac{1}{\lambda} \ln(-a_1 \text{sign}(\bar{r} - 0.5)[1 - e^{-\lambda t}]) + t \quad (7.15)$$

Denklemden ki a_1 arama kabiliyetini kontrol eden sabit bir sayıdır. a_1 değerinin büyük olması arama kabiliyetini artırırken kullanma ve çalıştırma kabiliyetini de azaltmaktadır. Benzer şekilde a_2 'nin yüksek olması çalıştırma veya kullanma kabiliyetini artırırken arama kabiliyetini azaltmaktadır. Denklem 15 'deki üçünü bileşen olan $(r-0.5)$ arama ve kullanma durumlarını doğrudan etki etmektedir. Çalışmada r , 0 ile 1 arasında rastsal bir vektördür. Algoritma tüm bu problemleri çözmek için benchmark testlerinde $a_1=2$ ve $a_2=1$ değerlerini alarak işlemleri gerçekleştirir. Bu değerler ampirik testler neticesinde bulunmuştur (Faramarzi vd. 2020). Fakat başka problemlerde bu değerlerin değiştirilmesi gerekebilir (Faramarzi vd. 2020). Denklem (7.10), Denklem (7.8)'de yerine konulmasıyla Denklem (7.16) elde edilir.

$$\bar{F} = a_1 \text{sign}(\bar{r} - 0.5)[e^{-\lambda t} - 1] \quad (7.16)$$

Türetme Oranı (Generation Rate (G))

Türetme oranı önerilen algoritmanın en önemli yapılarında birdir. Bu oran algoritmanın çalışma veya kullanma yeteneğini geliştirerek tam çözümün bulunmasını sağlar. Birçok mühendislik uygulamalarında türetme oranı için birçok model kullanılır (Guo 2002). Örneğin bunlardan biri olan birinci dereceden üstsel azalma modeli aşağıdaki gibi tanımlanır (Faramarzi vd. 2020).

$$\bar{G} = \bar{G}_0 e^{-\bar{k}(t-t_0)} \quad (7.17)$$

Denklemdaki G_0 başlangıç değerini gösterir. k azalma katsayısıdır. Algoritmanın arama yapma trendinin kontrol edilmesi için bu çalışmada $k=\lambda$ olarak alınmıştır. Türetme oranının final durumu ise aşağıdaki gibidir.

$$\vec{G} = \vec{G}_0 e^{-\vec{k}(t-t_0)} = \vec{G}_0 \vec{F} \quad (7.18)$$

Denklemdaki G_0 aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\vec{G}_0 = \text{GCP}(\vec{D}_{m \text{ eq}} - \vec{\lambda} \vec{D}_m) \quad (7.19)$$

$$\text{GCP} = \begin{cases} 0.5r_1 & r_2 \geq \text{GP} \\ 0 & r_2 < \text{GP} \end{cases} \quad (7.20)$$

Denklemdaki r_1 ve r_2 değerleri $[0,1]$ aralığındaki rastsal değerlerdir. GCP Türetme oranı kontrol parametresidir. Bu parametre güncellenme süreçlerine katkı sağlamak için türetme olasılıklarını içerir. Bu olasılık bilgisi parçacıkların kendi durumlarını güncellerken kaç adet türetme durumu ve aşamasının kullanıldığını belirler. Bu yapı türetme olasılığı (GP-Generation Probability) olarak adlandırılır. Bu mekanizma Denklem 19 ve Denklem 20'e göre çalıştırılmaktadır. Örneğin GCP'nin sifıra eşit olması G'nin sifıra eşit olması anlamına gelir. Bu da tüm yönlerdeki parçacıkların türetme oranı kullanmadan güncellendiği anlamına gelmektedir. Arama ve kullanma veya çalıştırma arasında denge olması için $\text{GP}=0.5$ olarak alınmıştır. Sonuç olarak Denge optimizasyon algoritmasının güncellenme kuralları aşağıdaki gibidir (Faramarzi vd. 2020):

$$\vec{D}_m = \vec{D}_{m \text{ eq}} + (\vec{D}_m - \vec{D}_{m \text{ eq}}) \cdot \vec{F} + \frac{\vec{G}}{\vec{\lambda} V} (1 - \vec{F}) \quad (7.21)$$

Denklem 7.21'daki birinci aşama konsantrasyonun yani yoğunluğun dengesidir. İkinci ve üçüncü aşamalar ise konsantrasyonun değişimidir. İkinci aşama algoritmada global optimum noktanın bulunmasından sorumludur. Bu aşama daha çok arama fazına etki eden bir aşamadır. Bu aşamada doğrudan denge konsantrasyon değerinden mevcut konsantrasyon yani parçacıktaki değer farkı alınır. İkinci aşamada global nokta bulunduktan sonra üçüncü aşamada ise bulunan sonuçların doğruluğu denetlenir.

Algoritma temelde şöyle çalışmaktadır. Başlangıçta başlangıç popülasyonu oluşturulduğunda algoritma büyük rastsal değerlere göre hareket etmektedir. Bu adım güncellenme prosedürü ile parçacıkların optimal noktaya yerleşmesini sağlamaktadır. Bu durumun ters senaryosu da geçerlidir. Eğer değerler yani başlangıç popülasyonu optimal noktalara yakın ise rastsal değerler türetilirken adımlar küçültülmektedir. Bu yapı algoritmaya n boyutlu ve yönlü aday popülasyonlarla çalışma fırsatı verir (Faramarzi vd. 2020).

Parçacıkların Hafızasının Kaydedilmesi

Bu bölümde parçacıkların parametre vektör uzayındaki yerlerinin ve fitness değerleri kaydedilmektedir. Bu yapı PSO algoritmasındaki en iyi değeriyle benzerlik taşımaktadır. Mevcut durumdaki parçacıkların fitness değeri ile bir önceki iterasyondaki fitness değerleri karşılaştırılır. Eğer başarımlı varsa mevcut değer en iyi değer üzerine yazılarak güncellenir (Faramarzi vd. 2020).

Denge optimizasyon algoritmasının arama kabiliyeti

Bu mekanizma aslında önceki başlıklarda detaylı olarak açıklandı fakat çalışma bu bölümde bu mekanizmaya etki eden parametreler detaylı olarak açıklanmaktadır:

a_1 ; tarama yapısını kontrol eden bir katsayıdır. Parçacığın yeni pozisyonun denge aday çözümünden ne kadar uzakta olduğunu belirlemektedir. Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi a_1 değerinin büyük olması yüksek arama kabiliyeti sağlamaktadır. Fakat değer 3 den büyük olması arama performansını azaltmaktadır. Çünkü a_1 konsantrasyon değişimini büyütebilir. Bunda dolayı bu değer arama kabiliyetini artırmak için olması gerektiği kadar büyük olmalıdır. Bu değer üç ile sınırlandırılması aslında ampirik olarak elde edilmiştir. Bu tarz diğer meta-sezgisel optimizasyon algoritmalarında da mevcuttur. Örneğin PSO'da

sosyal ve kavramsal parametrelerin dört eşit veya küçük olması şartı bulunmaktadır (Faramarzi vd. 2020).

$\text{Sing}(r-0.5)$; arama yönünü kontrol etmekte, r ; 0 ile 1 arasında rastsal bir değerdir. Negatif ve pozitif işaretler gelme olasılığı aynıdır.

Türetme Olasılığı

Konsantrasyon katılımlarının olasılığının türetme oranı tarafında kontrol eder. $GP=1$ olması durumunda optimizasyon sürecinde değişim olmadığını gösterir. Buda yüksek oranda tarama kapasitesini göstermektedir. $GP=0$ olması durumunda ise değişim oranının optimizasyon sürecindeki aday çözümlere etki ettiğini gösterir. Ampirik testler sonucunda arama ve kullanma süreçlerinin dengeli olması için $GP=0.5$ şeklinde alınmıştır.

Denge Havuzu

Bu vektör beş elemanda oluşmaktadır veya beş parçacığa sahiptir. Bu beş parametrenin seçimi bazen keyfi bazen de ampirik testlere göre yapılır. Başlangıç iterasyonun da tüm aday çözümler belirli bir mesafeyle birbirinde uzaktır. Bu aday çözümler göre konsantrasyon yani amaç fonksiyon değerinin güncellenmesiyle parametre vektör uzayında algoritmanın arama yapması daha doğrusu global noktanın bulma prosedürünü artmaktadır.

Denge optimizasyon algoritmasının kullanma ve çalıştırma kabiliyeti

Bu aşamada algoritmanın kullanma ve local arama aşamaları gerçekleştirilmektedir. Bu aşamaya etki eden parametreler aşağıdaki gibidir (Faramarzi vd. 2020).

a_2 ; Bu parametre a_1 parametresi gibidir. Fakat a_2 parametresi kullanma veya deneme fazını kontrol eder. Kullanma durumunun genliğini belirle bu şekilde en iyi çözüm etrafında denemeler yapılmasını sağlar.

Hafızanın Kaydedilmesi

İlgili popülasyonda bulunan parçacıkların en iyi ve en kötü değerlerini kaydetmektedir. Bu yapı optimizasyon algoritmasında kullanılan kullanma sürecini doğrudan etki etmektedir.

Denge Havuzu

Parametrelerin yinelenmesiyle birlikte arama fazı kaybolur deneme fazı etkin hale gelir. Bu sebepten dolayı son iterasyonda denge adaylarının birbirine yakın olması durumunda konsantrasyon güncelleme prosedürü aday çözümler etrafında lokal aramalar yapmaya yardım ederek ve kullanım safhalarına öncülük edecektir. Algoritmanın sözde kodu aşağıda bulunmaktadır.

Başlangıç populasyon parçacıklarının belirlenmesi

Denge aday çözümlerin maliyet fonksiyonlarının büyük bir sayı ile atanması

Algoritmanın parametrelerin atanması $a_1=2$, $a_2=1$; $GP=0.5$.

While Iter<Max_Iter

for i=1:Parçacık Sayısı(n)

Her parçacığın maliyet fonksiyonunun hesaplanması

if $\vec{D}_{m_\gamma} < \vec{D}_{m_{eq(1)}}$

$\vec{D}_{m_{eq1}}$ 'i ile \vec{D}_{m_γ} ve $\text{fit}(\vec{D}_{m_{eq(1)}})$ 'i $\text{fit}(\vec{D}_{m_\gamma})$ ile değiştir

Elseif $\vec{D}_{m_\gamma} < \vec{D}_{m_{eq(1)}}$ and $\vec{D}_{m_\gamma} < \vec{D}_{m_{eq(2)}}$

$\vec{D}_{m_{eq2}}$ 'i ile \vec{D}_{m_γ} ve $\text{fit}(\vec{D}_{m_{eq(2)}})$ 'i $\text{fit}(\vec{D}_{m_\gamma})$ ile değiştir

Elseif $\vec{D}_{m_\gamma} < \vec{D}_{m_{eq(1)}}$ and $\vec{D}_{m_\gamma} < \vec{D}_{m_{eq(2)}}$ and $\vec{D}_{m_\gamma} < \vec{D}_{m_{eq(3)}}$

$\vec{D}_{m_{eq3}}$ 'i ile \vec{D}_{m_γ} ve $\text{fit}(\vec{D}_{m_{eq(3)}})$ 'i $\text{fit}(\vec{D}_{m_\gamma})$ ile değiştir

Elseif $\vec{D}_{m_\gamma} < \vec{D}_{m_{eq(1)}}$ and $\vec{D}_{m_\gamma} < \vec{D}_{m_{eq(2)}}$ and $\vec{D}_{m_\gamma} < \vec{D}_{m_{eq(3)}}$ and $\vec{D}_{m_\gamma} < \vec{D}_{m_{eq(4)}}$

$\vec{D}_{m_{eq4}}$ 'ü ile \vec{D}_{m_γ} ve $\text{fit}(\vec{D}_{m_{eq(4)}})$ 'i $\text{fit}(\vec{D}_{m_\gamma})$ ile değiştir

End

End

$$\vec{D}_{m_{ave}} = \left(\vec{D}_{m_{eq(1)}} + \vec{D}_{m_{eq(2)}} + \vec{D}_{m_{eq(3)}} + \vec{D}_{m_{eq(4)}} \right) / 4$$

$$\text{Denge havuzunun oluşturulması } \vec{D}_{m_{eq,pool}} = \left\{ \vec{D}_{m_{eq(1)}}, \vec{D}_{m_{eq(2)}}, \vec{D}_{m_{eq(3)}}, \vec{D}_{m_{eq(4)}}, \vec{D}_{m_{eq(ave)}} \right\}$$

Hafıza kaydının tamamlanması (if Iter<1)

$$t \text{ nin tanımlanması } t = \left(1 - \frac{\text{Iter}}{\text{Max_Iter}} \right)^{\left(a_2 \frac{\text{Iter}}{\text{Max_Iter}} \right)}$$

for i=1:parçacık sayısı (n)

Denge havuz vektöründe bir aday çözümün rastsal seçilmesi

Random vektörlerin Denklem 11 e göre türetilmesi $\vec{\lambda}, \vec{r}, \vec{F} = a_1 \text{sign}(\vec{r} - 0.5)[e^{-\vec{\lambda}t} - 1]$

$\vec{F} = a_1 \text{sign}(\vec{r} - 0.5)[e^{-\vec{\lambda}t} - 1]$ düzenlenmesi

$$\vec{GCP} = \begin{cases} 0.5r_1 & r_2 \geq GP \\ 0 & r_2 < GP \end{cases} \text{ düzenlenmesi}$$

$$\vec{G}_0 = \vec{GCP}(\vec{D}_{m_{eq}} - \vec{\lambda} \vec{D}_m) \text{ düzenlenmesi}$$

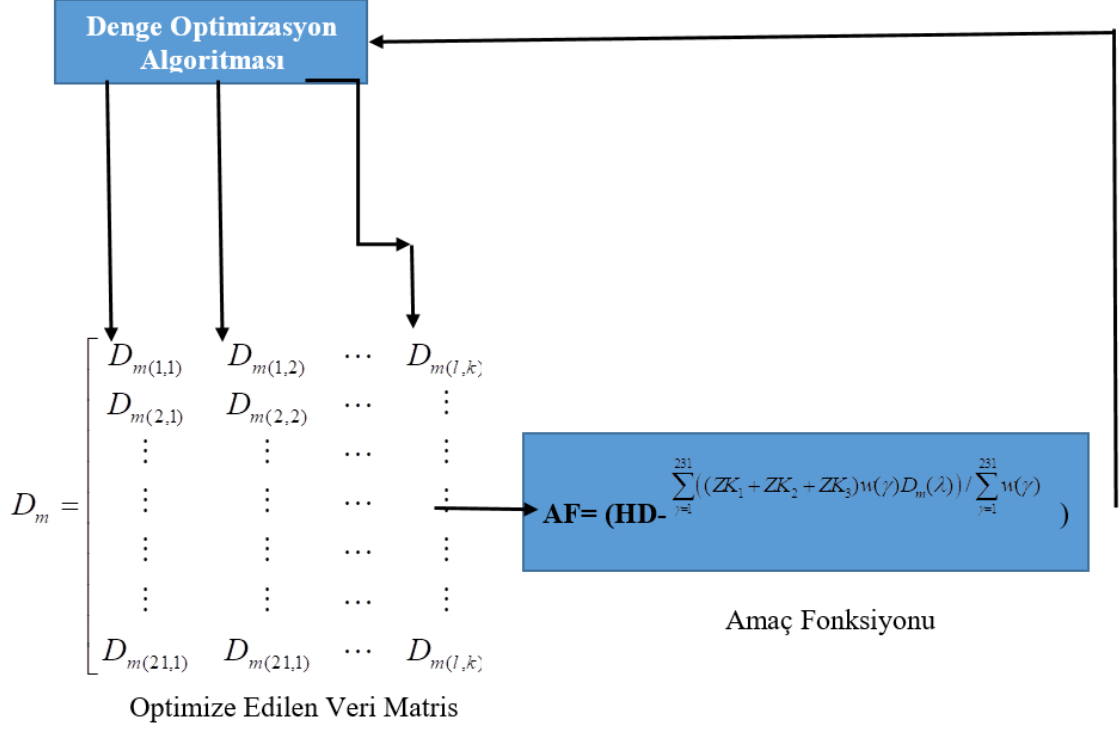
$$\vec{G} = \vec{G}_0 e^{-\vec{k}(t-t_0)} = \vec{G}_0 \vec{F} \text{ düzenlenmesi}$$

$$\text{Konsantrasyonun Güncellenmesi } \vec{C} = \vec{C}_{eq} + (\vec{C} - \vec{C}_{eq}) \cdot \vec{F} + \frac{\vec{G}}{\vec{\lambda}V} (1 - \vec{F})$$

End

Iter=Iter+1

end



Şekil 7.1 Su ve atık su yönetimi için Dm matrisi optimizasyon modeli

Önerilen MDA modelinin Denge Optimizasyon Algoritması ile Optimizasyonu

Adım 1: problem için başlangıç değerlerinin girilmesi

Adım 2: Algoritmada, amaç fonksiyonu **OF** ve bu amaç fonksiyonuna ait kısıtlar seçilir

Adım 3: Optimizasyon probleminde Dm değerleri optimize edilmiş parametreler belirlenir.

Adım 4: Ardından, Eşitlik 3 kullanılarak nesne popülasyonu rastgele konumlarla başlatılır.

Adım 5: Yük akışı için Newton-Raphson yöntemi uygulanır.

Adım 6: İlk popülasyon değerlendirilir ve en iyi uygunluk değerine sahip olan seçilir.

Adım 7: Bu adımdan indirgemek için geliştirilen denge, karşılaştırmalı planlaması çalıştırılır.

Adım 8: Her nesneyi değerlendirin ve en iyi uygunluk değerine sahip olanı seçin.

Adım 9: Algoritma maksimum yinleme sürelerini yineler ve sonra durur.

Denge Optimizasyon Algoritması Simülasyon Sonuçları

Çalışma kapsamında 3 adet su idaresi geliştirilen modelin uygulanması amacıyla seçilmiştir. Bu kapsamda Malatya Su ve Kanalizasyon İdaresi (MASKİ) Genel Müdürlüğü (İdare 1), ve Kayseri Su ve Kanalizasyon İdaresi (KASKİ) Genel Müdürlüğü (İdare 2) ve Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi (Kahramanmaraş KASKİ) Genel Müdürlüğü (İdare 3) faaliyet alanları ile ilgili veriler elde edilmiş mevcut durum analizi yapılmıştır. Tezin 3. Bölümünde her 3 idarenin bulunduğu il ve kurumlar ile alakalı detaylı bilgiler verilmiştir.

İdarelerde mevcut durumu iyileştirmek için öncelikle temel düzey bileşenler iyileştirilmelidir. Temel düzeydeki bileşenler hedef değere ulaştıktan sonra diğer bileşenlerde iyileştirmeler yapılır. Çalışma kapsamında bir su idaresinin temel faaliyet alanları dikkate alınarak içme suyu, atık su şebeke ve atık su arıtma olarak 3 ana başlık altında modelleme süreci öngörülmüştür. Her ana başlığın etki katsayısı hesaplanmasının yanında ayrıca bu faaliyet alanlarının doğrudan ilişkili olduğu bileşen sayıları da hesaplanmıştır. Bu sayede hem idarelerin işletme koşullarına yardımcı olmak için hem de optimizasyon çalışmalarında önceliklendirilmesi gereken bileşenler belirlenmiştir.

İdare 1 için Değerlendirme

Mevcut Durum Analizi (MDA) çalışmasında 0 ile 5 puan arasında yer alan puanlandırma matrisi oluşturulmuştur. İdarelerin mevcut puanları sorgulanırken kademeli puanlandırma yapısına en uygun olanı seçilmiştir. Puanlandırma matrisinde, 0 çok kötü, 1 kötü, 2 yetersiz, 3 başlangıç, 4 iyi ve 5 puanda çok iyi olarak değerlendirilmiştir. Bu yapı göz önüne alındığında İdare 1 için başlangıç puanlarının İçme Suyunda 2,7338, Atık Su Şebekede 2,9333 ve Atık Su Arıtmada ise 2,8596 puan ortalamasına sahip olduğu görülmektedir (Tablo 7.5). Her üç ana faaliyet alanı içinde başlangıç puanı 3'ün altında yer almakta mevcut puanlarının oldukça düşük kaldığı görülmektedir. Optimizasyon modeli tarafından İdare 1 için belirlenen hedef puanlar Şekil 7.2'de sunulmaktadır.

Tablo 7.5 İdare 1 için mevcut puanlar ve optimizasyon sonucu ortalama hedef puanlar

Su İdaresi	Bileşen Grubu	Mevcut Ortalama (Puan Matrisi)	Hedef Ortalama	Target o	Aort New
MASKİ (Malatya)	İçme Suyu	2.7338		18	3.8117
	Atık Su	2.9333			4.0500
	Atık Su Arıtma	2.8596			3.8421

Mevcut Puan												Optimizasyon Sonucu											
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11												
1	4	5	4	3	4	4	4	3	2	2	2	4	5	5	4	4	5	5	3	4	4	4	
2	4	5	3	4	3	2	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	
3	5	4	4	4	3	2	5	4	2	2	4	5	4	5	4	5	3	4	4	3	4	4	
4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	
5	2	4	4	2	4	4	4	5	2	5	3	4	4	5	4	4	5	4	3	5	5	5	
6	4	4	4	2	4	4	4	2	2	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	
7	3	5	4	3	4	2	5	4	3	3	2	4	3	5	4	4	5	5	4	5	5	4	
8	3	3	5	2	4	3	3	3	3	2	3	4	3	5	4	4	4	4	3	4	4	4	
9	4	4	4	1	3	4	5	4	2	1	2	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	
10	2	4	4	1	3	3	2	4	2	2	2	4	4	4	4	4	5	4	4	2	4	4	
11	2	3	5	5	2	3	3	4	2	4	3	4	5	5	3	3	4	4	4	4	4	4	
12	2	4	3	3	3	3	2	4	4	2	3	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4	4	
13	2	2	1	4	2	1	5	4	2	2	3	4	2	4	3	3	5	4	5	4	4	4	
14	5	2	3	3	3	5	4	3	4	2	3	4	5	5	3	3	4	5	4	4	5	4	
15	3	3	3	3	1	2	4	2	3	1	1	4	3	4	4	5	3	4	3	3	2	2	
16	3	4	3	1	3	1	0	1	2	1	0	4	4	4	3	4	5	3	2	2	3	4	
17	1	0	3	2	1	1	0	2	2	4	3	4	4	4	3	5	2	4	4	2	4	3	
18	2	4	3	3	3	4	1	2	0	2	3	4	4	5	4	4	4	5	2	2	3	5	
19	2	1	3	4	2	4	5	3	3	2	3	4	3	4	5	4	4	5	3	4	5	5	
20	2	2	3	2	2	1	5	3	3	2	2	4	3	4	5	4	4	5	3	4	5	5	
21	2	2	3	2	3	1	0	4	3	1	3	4	3	4	5	2	2	5	4	3	3	3	

Şekil 7.2 İdare 1 için mevcut puanlar ve optimizasyon sonucu hedef puanlar

Temel seviye bileşenler 1 numaralı idarede 2 ve üzeri puan almıştır. Orta seviye bileşenlerde, 0 puana sahip herhangi bir bileşen bulunmamakta, 1 puana sahip 5 bileşen bulunmaktadır. İleri seviye bileşenlerde ise, 21 adet bileşenin 0 veya 1 puana sahip olduğu görülmektedir. Temel ve orta seviye bileşenlerde 0 puanlı bileşen bulunmamaktadır. Ancak orta seviye bileşenlerde 0 veya 1 puan alan bileşenler; A4-9, A10-9, A4-10, A3-13, A6-13'dir. Bu bileşenler "Yasal Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanımlar (İtfaiye, Park-Peyzaj, İbadethane)", "Atık Su Şebeke Yenileme Maliyetinin ve Faydanın Analizi ve İzlenmesi", "Abone Sayaç Hatasından Kaynaklanan Kayıplar", "CBS Tabanlı

Baca/Izgara/Mazgal Yönetim Sistemi”, “Site vb. Yerler için Kontrol Sayacı Takılması ve İzlenmesi” şeklindedir.

Bileşenlerin etki katsayıları ve puan artış koşulları dikkate alınarak sistem optimize edildiğinde sonuç matrisinde bu bileşenler için model tarafından iyileştirme seviyelerinin önerildiği görülmektedir.

İleri seviye bileşenlerden A7-16, A11-16, A2-17, A7-17, A9-18 ve A7-21 başlangıçta 0 puan almıştır. Bu bileşenler sırasıyla; “Atık Su Hidrolik Modeli”, “Atık Su Tesislerinde Enerji Verimliliği Programının Oluşturulması ve İzlenmesi Politikası”, “Şebeke Hidrolik Modeli”, “Atık Su Master Planı”, “Kurumda Yağmursuyu Hasadı Politikası ve Uygulamaları (Binada ve Havzada)”, “Birleşik veya Ayrık Sistemde Hidrolik Parametrelerin Ölçülmesi ve İzlenmesi” bileşenleri olmuştur. Mevcut durumda 0 puan alan bu bileşenler belirlenen koşullara uygun olarak model tarafından iyileştirilmiştir.

Sonuç matrisinde etki katsayısı yüksek olan ve başlangıç puanları 0 veya 1 puan olan bileşenlerin koşullara uygun olarak değerler aldığı görülmektedir. Temel seviye bileşenlerde yetersiz puana sahip bileşenler için optimizasyon sonucu iyi seviye puanları önerilmektedir. Model tarafından temel seviye bileşenlerin puanları düzeltildikten sonra orta seviye bileşenler için iyileştirme düzeyleri belirlenmektedir. Orta seviye bileşenlerde düşük puanda olan bileşenler etki katsayısı, öncelikli olarak 4 veya 5 puan alması gereken bileşenler gibi başlangıçta belirlediğimiz koşullara uygun olarak iyileştirilmiştir. Bu sayede maksimum faydanın beklendiği ve modelin dinamik yapısı dikkate alınarak yeni puanlar önerilmektedir. Fazlaca düşük puana sahip ileri seviye bileşenler de ise yine başlangıçta belirlenen koşullar doğrultusunda iyileştirmelerin olduğu sonuç matrisinde görülmektedir.

Sonuçlar incelendiğinde yeni önerilen puan tablosunda temel seviye uygulamalardaki bileşenlerin seviyelerinin genel olarak iyi veya çok iyi düzeyde olması önerilmiştir. Bu bileşenler su ve atık su yönetiminde idarenin sağlaması gereken en temel bileşenleri içerdiği için idarede öncelikle bu bileşenlerin düzeyleri iyileştirilmelidir. Buna göre model tarafından önerilen yeni puanların problemin doğal yapısına uygun şekilde olduğu düşünülmektedir. Orta ve ileri seviye uygulamalarda yer alan bileşenlerin uygulanabilmesinde temel seviye uygulamaların mevcut düzeylerinin gerekli koşulları sağlaması ve iyi seviyede olması gerekir. Temel seviye uygulamalardaki bileşenlerin mevcut puanları iyileştirildikten sonra orta ve ileri seviye uygulamalardaki bileşenlerin iyileştirilmesi mümkün olmaktadır.

İdare 2 İçin Değerlendirme

MDA puanlandırma çalışması kapsamında İdare 2 için mevcut durum analiz edilmiş ve her bir bileşen 0 ile 5 arasında puanlandırılmıştır. İdarelerin mevcut puanları sorgulanırken kademeli puanlandırma yapısına en uygun olanı seçilmiştir. Bu yapı göz önüne alındığında İdare 2 için başlangıç puanlarının İçme Suyunda 3.3312, Atık Su Şebekede 3.2667 ve Atık Su Arıtmada ise 3.6842 puan ortalamasına sahip olduğu görülmektedir (Tablo 7.6). Her üç ana faaliyet alanı içinde başlangıç puanı 3'ün üzerinde yer almakta mevcut puanlarının ortalamanın üzerinde kaldığı görülmektedir. Optimizasyon modeli tarafından İdare 2 için belirlenen hedef puanlar Şekil 7.3'te sunulmaktadır.

Tablo 7.6 İdare 2 için mevcut puanlar ve optimizasyon sonucu ortalama hedef puanlar

Su İdaresi	Bileşen Grubu	Mevcut Ortalama (Puan Matrisi)	Hedef Ortalama	Target o	Aort New
KASKİ (Kayseri)	İçme Suyu	3.3312		13	4.0390
	Atık Su	3.2667			4.1833
	Atık Su Arıtma	3.6842			4.2281

Mevcut Puan												Optimizasyon Sonucu											
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11												
1	4	4	4	5	4	4	5	4	5	3	5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	5		
2	5	5	5	3	5	4	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
3	5	4	4	3	4	3	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4		
4	5	4	5	5	3	4	2	5	2	4	4	4	4	5	5	4	5	2	5	4	4		
5	1	3	4	4	3	4	4	5	2	5	4	5	4	5	4	3	5	2	4	5	5		
6	5	4	5	3	5	2	2	5	2	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4		
7	5	4	5	2	4	2	5	4	5	2	0	4	3	5	5	3	4	4	4	2	4	4	
8	4	2	5	2	3	4	3	4	2	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	2	4	4	
9	4	5	5	2	4	4	5	4	3	1	0	5	5	5	4	5	4	4	4	5	3	4	
10	5	5	5	2	5	4	2	4	5	3	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	
11	3	4	5	3	2	4	5	5	0	5	5	4	5	4	3	4	3	4	5	4	5	5	
12	2	5	3	3	4	3	3	5	3	5	5	4	5	4	3	4	3	4	5	4	5	5	
13	4	2	2	3	3	0	4	5	5	4	2	5	5	4	5	4	3	4	4	5	4	4	
14	5	5	2	2	4	3	2	0	5	1	5	4	4	5	4	3	4	4	5	4	5	5	
15	4	4	5	3	1	3	3	2	1	2	5	4	4	5	4	5	5	4	2	4	4	5	
16	2	5	5	3	2	2	1	5	2	3	5	4	5	5	3	3	4	5	5	3	4	5	
17	2	2	4	3	5	2	1	3	2	4	0	4	4	4	3	5	2	5	4	3	4	3	
18	4	2	4	5	0	3	1	4	3	4	0	4	3	4	5	4	4	4	4	3	4	4	
19	3	2	5	4	4	3	2	2	5	2	3	4	4	5	4	4	4	3	3	5	3	3	
20	3	2	4	2	2	3	2	3	5	1	3	4	4	2	4	4	4	3	5	4	4	4	
21	3	2	4	1	4	2	0	4	3	4	4	4	3	5	4	4	4	2	4	3	4	4	

Şekil 7.3 İdare 2 için mevcut puanlar ve optimizasyon sonucu hedef puanlar

Çalışmada İdare 2 için mevcut durum matrisi değerlendirildiğinde temel seviye bileşenlerde 2 bileşen, orta seviye bileşenlerde 6, ileri seviye bileşenlerde ise 11 bileşenin 0 veya 1 puan aldığı görülmektedir. Sonuç matrisinde ağırlık katsayısı yüksek olan bileşenler ile hâlihazırda 0 veya 1 olan bileşenlerin şartlara uygun olarak yükseldiği görülmektedir. Temel seviye uygulamalarda yetersiz kalan bileşenler için optimizasyon yapılarak iyi seviye önerilmektedir. İleri düzeyde, şu anda 0 veya 1 puan alan 11 bileşen olduğu görülmektedir ve bileşenlere yönelik iyileştirme düzeyleri sonuç matrisinde görülmektedir. Böylece her bir bileşenin yeni durumda alması gereken seviyeler, idarenin mevcut durumuna göre belirlenmektedir.

Temel seviye bileşenlerden A1-5 “Atık Su Şebeke Yönetimi için Birim ve Ekip Yeterliliği” bileşeni bir su idaresinde başlangıç puanı en az 4 olarak şart koyulduğu için sonuç matrisinde 4 puan olarak yer almaktadır. Aynı seviyede bir diğer bileşen olan A11-7 “Su Tüketimi ve Kaynak Verimliliğinin İzlenmesi” bileşeni başlangıçta 0 puan almıştır.

Sonuç matrisinde asgari olarak 4 puan alması gereken bu bileşen sonuç matrisinde 4 puan olarak iyileştirilmiştir.

Mevcut durum matrisinde orta seviye bileşenler A10-9, A11-9, A9-11, A6-13, A8-14 ve A10-14 bileşenleri 0 veya 1 puan almışlardır. Bu bileşenlerin sırasıyla; “Atık Su Şebeke Yenileme Maliyetinin ve Faydanın Analizi ve İzlenmesi”, “İdari Kayıp Performans Göstergelerinin İzlenmesi”, “Atık Su Şebeke Teknik Personeli için Teknik ve Hidrolik Eğitim Faaliyetleri”, “Site vb. Yerler için Kontrol Sayacı Takılması ve İzlenmesi”, “Atık Su Arıtma Tesislerinde Çevre Düzenlemesi/Peyzaj Uygulama Stratejisi”, “İdari Kayıpların ve Faturalandırılmamış Yasal Kullanımların Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi” olduğu görülmektedir. Bu bileşenler model tarafından önceden belirlenen koşullar doğrultusunda iyileştirilmiştir.

İleri seviye mevcut durum matrisinde A5-15, A9-15, A7-16, A7-17, A11-17 A5-18 A7-18 A11-18, A10-20, A4-21, A7-21 bileşenleri 0 veya 1 puan almıştır. Bu bileşenlerin sırasıyla; “ Hidrolik Model Tabanlı Sızıntı Tespit- İzleme”, “Kurumsal Gri Suların Yönetilmesi ve Yeniden Kullanım Politikası”, “Atık Su Hidrolik Modeli”, “Atık Su Master Planı”, “Yağmur Suyu Yönetimi için Performans Değerlendirme (Benchmarking) Göstergelerinin Analizi ve İzlenmesi”, “Gerçek Zamanlı İçme Suyu İzleme Sistemi”, “Yağmursuyu Master Planı ve Taşkın Risk Analizi”, “Atık Su Yönetimi için Performans Değerlendirme (Benchmarking) Göstergelerinin Analizi ve İzlenmesi”, “Gelir Getirmeyen Suyu Önleme Faaliyetlerinin Maliyetlerinin ve Ekonomik Kazanımlarının Analizi ve İzlenmesi”, “GGS ve Temel Bileşenler için Hedef Tanımlama”, “Birleşik veya Ayrık Sistemde Hidrolik Parametrelerin Ölçülmesi ve İzlenmesi” olduğu görülmektedir.

Optimizasyon sonucu ortaya çıkan sonuç matrisinde temel düzey uygulamalardaki bileşenlerin düzeyleri genel olarak iyi ya da oldukça iyi olarak önerilmektedir. Temel seviye bileşenler, bir su idaresinde mutlaka uygulanması gereken bileşenler olduğundan ve en temel bileşenleri içerdiğinden, öncelikle bu bileşenlerin seviyeleri iyileştirilmelidir. Bileşenlerin orta ve ileri düzey uygulamalarda uygulanabilmesi için temel düzey bileşenlerin mevcut düzeylerinin gerekli koşulları sağlaması ve iyi düzeyde olması gerekmektedir. Buna göre modelin önerdiği yeni puanların problemin doğal yapısına uygun olduğu düşünülmektedir. Bileşenlerin temel düzeydeki mevcut puanları iyileştirildikten sonra, bileşenlerin orta ve ileri düzeyde iyileştirilmesi mümkündür.

İdare 3 İçin Değerlendirme

MDA puanlandırma çalışması kapsamında İdare 2 için mevcut durum analiz edilmiş ve her bir bileşen 0 ile 5 arasında puanlandırılmıştır. İdarelerin mevcut puanları sorgulanırken kademeli puanlandırma yapısına en uygun olanı seçilmiştir. Bu yapı göz önüne alındığında İdare 2 için başlangıç puanlarının İçme Suyunda 1.8312, Atık Su Şebekede 2.2333 ve Atık Su Arıtmada ise 3.3860 puan ortalamasına sahip olduğu görülmektedir (Tablo 7.7). Her üç ana faaliyet alanı içinde başlangıç puanı 3'ün altında yer almakta mevcut puanlarının ortalamasının altında kaldığı görülmektedir. Optimizasyon modeli tarafından İdare 3 için belirlenen hedef puanlar Şekil 7.4'te sunulmaktadır.

Tablo 7.7 İdare 3 için mevcut puanlar ve optimizasyon sonucu ortalama hedef puanlar

Su İdaresi	Bileşen Grubu	Mevcut Ortalama (Puan Matrisi)	Hedef Ortalama	Target o	A New
KASKİ (Kahramanmaraş)	İçme Suyu	1.8312		16	3.5195
	Atık Su	2.2333			3.5667
	Atık Su Arıtma	3.3860			4.0526

Mevcut Puan												Optimizasyon Sonucu											
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11												
1	4	3	2	2	2	3	5	4	2	2	2	4	3	5	4	4	5	5	4	4	4	4	
2	2	3	1	2	3	1	4	5	5	2	2	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	
3	2	3	3	2	4	1	4	5	3	5	3	5	4	5	3	4	4	5	4	5	3	3	
4	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	4	4	5	4	5	4	4	2	5	3	3	
5	2	2	2	1	2	3	2	3	2	5	3	4	4	5	4	2	4	4	4	2	3	3	
6	2	2	2	1	5	2	2	4	4	2	3	4	4	5	4	2	4	5	3	3	4	4	
7	3	5	3	2	5	1	2	5	3	2	1	4	4	5	4	5	4	5	3	3	4	4	
8	2	5	2	1	0	2	5	4	2	2	1	4	4	5	4	2	5	4	2	2	4	4	
9	3	4	1	1	3	3	3	3	5	2	1	4	4	5	4	2	5	4	2	2	4	4	
10	3	5	1	1	1	2	3	4	1	2	0	4	4	5	4	2	5	4	2	5	4	4	
11	3	0	2	2	2	2	1	4	0	5	1	4	4	5	4	2	5	4	2	5	4	4	
12	2	3	2	2	2	1	3	5	4	5	1	4	4	5	4	2	5	4	2	5	4	4	
13	2	2	5	1	2	0	2	5	3	1	1	4	4	5	4	2	5	4	2	5	4	4	
14	3	4	2	2	2	2	2	3	5	1	5	4	4	5	4	2	5	4	2	5	4	4	
15	2	2	2	2	1	0	1	5	0	1	2	4	4	5	4	2	5	4	2	5	4	4	
16	3	4	2	0	3	0	0	5	1	1	5	4	4	5	4	2	5	4	2	5	4	4	
17	1	0	0	0	1	0	0	3	2	4	0	4	4	5	4	2	5	4	2	5	4	4	
18	1	2	0	0	1	2	0	5	0	1	3	4	4	5	4	2	5	4	2	5	4	4	
19	2	2	2	0	4	2	0	3	3	1	0	4	4	5	4	2	5	4	2	5	4	4	
20	3	1	5	0	3	0	2	3	3	1	0	4	4	5	4	2	5	4	2	5	4	4	
21	3	3	2	2	1	2	0	5	5	5	0	4	4	5	4	2	5	4	2	5	4	4	

Şekil 7.4 İdare 3 için mevcut puanlar ve optimizasyon sonucu hedef puanlar

Bu idarenin mevcut durum analiz sonuçlarına bakıldığında temel seviye bileşenlerde 11, orta seviye bileşenler arasında 21 adet bileşenin 0 veya 1 puan değerlerini aldığı görülmektedir. İleri seviye bileşenler de ise 37 adet bileşenin 0 veya 1 puan aldığı mevcut durum matrisinde ileri seviye uygulamaların oldukça kötü olduğu görülmüştür. Sonuç matrisinde bu bileşenlerin çoğu için iyileştirme seviyeleri önerilmektedir. Modelin temel düzey bileşenler için önerdiği yeni puanlar genellikle iyi ve/veya oldukça iyidir. Buna göre, idaredeki veri kalitesinin iyileştirilmesi ve mevcut durum analizinde yer alan ve bir su idaresinin tüm faaliyetleri ile ilgili bileşenlerle ilgili en temel yöntemlerin mevcut uygulama düzeylerinin iyileştirilmesi önerilmektedir.

İdare 3 mevcut durum analizi sonucu temel seviye uygulamalarda A3-2, A6-2, A6-3, A1-4, A3-4, A6-4, A7-4, A4-5, A4-6, A6-7, A11-7 bileşenleri 0 veya 1 puan değerini

almışlardır. Bu bileşenlerin; “ Su Kaynakları, İsale, Giriş Debi Yönetim Sisteminin (SCADA Su Üretim) Kurulması ve Yönetilmesi”, “İdari kayıplara etki eden faktörlerin analizi”, “İdari kayıp azaltma ve yönetim stratejisi”, “Su (Kayıp) Yönetimi için Birim ve Ekip Yeterliliği”, “SCADA Depo İzleme Sistemi ve Veri tabanı”, “Okullarda ve Kamu Binalarında Tüketimler ve Sayaçların Kontrolü”, “Atık Su Abone Bağlantı Sayısı”, “Su Dengesi Hesaplamaları için İdari Kayıp Bileşenlerinin Sistemik Ölçülmesi ve İzlenmesi”, “GGs ve Temel Bileşenlerin Farklı Göstergelere göre Analizi ve İzlenmesi”, “Sayaç Hata Oranlarının Belirlenmesi ve Sayaçların İzlenmesi”, “Su Tüketimi ve Kaynak Verimliliğinin İzlenmesi” olduğu görülmektedir. Bileşenler incelendiği zaman temel seviye uygulamalarda özellikle kaynak yönetimi, idari kayıpların izlenmesi ve yönetilmesi gibi su kayıplarının yönetilmesini doğrudan ilgilendiren en temel bileşenlerin iyi bir seviyeye getirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Orta seviye uygulamalarda A4-8, A5-8, A11-8, A3-9, A4-9, A11-9, A3-10, A4-10, A5-10, A9-10, A11-10, A2-11, A7-11, A9-11, A11-11, A6-12, A11-12, A4-13, A6-13, A10-13, A11-13, A10-14 gibi bileşenler 0 veya 1 puan değerini almıştır. Tüm bu bileşenler başlangıç matrisine göre alması gereken asgari değer ve optimizasyon sonucu iyileştirmiştir.

Mevcut durum analizi sonucu ileri seviye uygulamalarda 37 adet bileşen de yine modelleme öncesi belirlediğimiz koşullara uygun olarak iyileştirilmiştir. Netice olarak, çalışma kapsamında geliştirilen modelin;

- Mevcut durum analizinde yer alan her bir bileşen için su idarelerinde yapılan puanlandırma sonuçları dikkate alınarak idarelerin doğal yapısı ve saha tecrübelerine dayanarak belirlenen koşullara göre modelde doğasına uygun olarak yeni seviyeler önerildiği,
- İdarelerde öncelikli olarak temel seviye bileşenlerin iyileştirilmesi önerilmiştir.
- Orta ve ileri seviye bileşenler için su idarelerinin mevcut puanı ve yapısına göre kademeli puanlar önerdiği görülmüştür.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Türkiye’de özellikle büyükşehirlerde kurulan Su ve Kanalizasyon İdarelerinde, sahada ölçülebilen, tüm idarelerde uygulanabilir ve diğer benzer idarelerle karşılaştırılabilir ölçütler çerçevesinde etkin ve Sürdürülebilir Bir Su ve Atık Su Yönetimi İçin En Uygun Strateji Modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model yapısı, Mevcut Durum Analiz ve Yönetim Sistemi (MDA), Veri matrisi (VERİ), Performans analiz ve değerlendirme sistemi (PADS), Yöntem matrisi (YÖNTEM) olmak üzere dört temel matristen oluşmaktadır. Geliştirilen model yapısı ile su ve kanalizasyon idarelerinde su ve atık su yönetimi kapsamında mevcut durumun analiz ve yönetim sisteminin ele alınması, performansın analiz edilmesi ve bileşenlerin iyileştirilmesi amacıyla en uygun yöntemlerin önerilmesi hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

A. Su ve kanalizasyon idarelerinde uygulanmak suretiyle sürdürülebilir su ve atık su yönetimi için en uygun strateji modelinin oluşturulması kapsamında yapılan çalışmalar

- İdarelerde, benzersiz ve ölçülebilir parametrelere göre değerlendirilmesi için 11 ana başlık ve toplam 231 alt bileşenden oluşan mevcut durum değerlendirme sistemi (MDA) geliştirilmiştir.
- MDA matrisinde yer alan bileşenlerin veri kalitesinin ve mevcut uygulama düzeylerinin belirlenmesi için özgün bir puanlandırma matrisi tanımlanmıştır. Tanımlanan puanlandırma yapısında bileşenler 0 ile 5 arasında kademeli bir şekilde idarenin mevcut durumunu tanımlayacak şekilde puanlandırılmaktadır.
- MDA matrisi ile doğrudan bağlantılı olan, performans analizinde kullanılan su ve atık su yönetiminde kullanılan en temel verileri içeren bir VERİ matrisi tanımlanmıştır. Bu matris 11 ana başlık ve 231 alt bileşenden oluşmaktadır.
- Su ve kanal idarelerinde yönetim faaliyetlerinin performanslarının analizinin yapılması için 11 ana başlık altında toplam 231 adet performans göstergesinden oluşan Performans analiz ve değerlendirme sistemi (PADS) geliştirilmiştir.
- MDA matrisinde her bir bileşenin aldığı puana göre (veri kalitesine göre) hesaplanması gereken veya veri kalitesi iyileştirilmesi gereken göstergeler idarelerin dinamik yapısına göre tanımlanmaktadır.
- Mevcut durumun ve performans göstergelerinin iyileştirilmesinde kullanılan, 11 ana başlıkta toplam 231 bileşenden oluşan YÖNTEM matrisi tanımlanmıştır.

B. Mevcut Durum Analiz ve Yönetim Sisteminde (MDA)

- MDA sistemi pilot 3 su kanal idaresi için bizzat kurumlara gidilerek uzman kişilerce uygulanmıştır. Söz konusu matriste yer alan 231 bileşen idarenin hali hazırdaki durumuna göre puanlandırılmıştır. 3 pilot idarede temel seviye, orta seviye ve ileri seviye uygulamalar altında bulunan tüm bileşenler ayrıntılı bir biçimde sorgulanmıştır.
- MDA matrisi hazırlanırken dikkate alınan zorluk derecesi kurumların puanlandırılması sonucu ortaya çıkmıştır. Temel seviye bileşenler genel olarak orta ve ileri seviye bileşenlere göre yüksek puanlı çıkmıştır. Aynı doğrultuda orta seviye bileşenler ileri seviye bileşenlere göre yüksek puanlı çıkmıştır.
- Puanlandırmada tüm idarelerde ileri seviye uygulamaların çok düşük puanlarda kaldığı ve birçok bileşenin hiç uygulanmadığı görülmüştür. Sebep olarak, teknik eksiklik, personelin vasıfsız olması ve teknik personel azlığı, ekipman alt yapısı ve su idarelerinin yerel yönetimlere bağlı olması sebebiyle siyasi baskılar, sürdürülebilir bir yönetim anlayışının olmayışı vb. sebepler olduğu düşünülmektedir.
- İdare I temel seviye bileşenlerde en yüksek puana sahiptir. Diğer taraftan bu grupta en düşük puanlar İdare III için elde edilmiştir. İdare I'de su ve atık su yönetimi bileşenlerinin oldukça iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu sistemde orta seviye bileşenlerin puanları temel seviye bileşen puanlarına göre daha düşüktür.
- Önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi orta seviye bileşenlerin gereksinimleri daha fazla, uygulama koşulları ve uygulanabilirlikleri temel seviye bileşenlere göre daha zordur. Bu nedenle bu sonuç beklenen bir durumdur. İdare I puanlarının diğer iki idare puanlarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Diğer taraftan İdare II ve III puanlarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir.
- MDA sisteminde ileri seviye bileşen puanlarının temel ve orta seviye bileşenlere göre daha düşüktür. İleri seviye bileşenlerin uygulanabilmesi için idarelerde temel ve orta seviye bileşenlerin yeterli düzeyde olması beklenmektedir. Bu nedenle temel ve orta seviye bileşen puanlarının düşük olduğu idarelerde ileri seviye bileşen puanlarının da düşük olması beklenen bir durumdur. Genel olarak İdare I puanları diğer iki idare puanlarına göre daha yüksektir. Diğer taraftan İdare II ve III puanlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.
- Elde edilen sonuçlara bakıldığında çalışmada yer alan mevcut durum değerlendirme sisteminin özellikle kademeli yapısı sayesinde sahada uygulanabilir olduğu

anlaşılmaktadır. Çalışma kapsamında bir su idaresinde yer alan tüm faaliyet alanlarıyla ilgili bileşenlerin olması sayesinde saha ve yönetsel anlamda kapsama alanının oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

- Mevcut durum analizinde yer alan ve kademeli puan yapısı özellikle bir bileşenin ‘‘var’’ ya da ‘‘yok’’ şeklinde değerlendirmekten ziyade hangi aşamada olduğu ve 0 ile 5 puan arasındaki en uygun seçeneğin olması daha gerçekçi bir yapı ortaya çıkarmıştır.
- Bir su idaresinde bir bileşenin mevcut puanlandırmaya göre 0, 1, 2 ve 3 puan alması halinde ilgili bileşenin idarede zayıf bir yönünü oluşturduğu, 4 veya 5 puan alması halinde ise bir idarenin güçlü yönünü tanımlayacak şekilde tanımlanmıştır. Bu sayede su idarelerinde mevcut duruma uygun olarak zayıf ve güçlü yönler belirlenmiş, iyileştirilmesi gereken bileşenler tanımlanmıştır.

C. Mevcut durumun iyileştirilmesi için optimizasyon tabanlı model geliştirilmesi kapsamında yapılan çalışmalar

- 3 su kanal idaresinin de başlangıçta tanımlanan mevcut durumunun iyileştirilmesi için optimizasyon algoritması temel alınarak benzersiz bir model geliştirilmiştir. Bahsedilen modelde esas hedef kurumlardaki başlangıç puanlarını temel alarak ulaşılması mümkün hedefler koymak, mevcut durum matrisindeki bileşenlerin olması gereken yeni değerleri belirlemek ve öncelikli iyileştirilmesi gereken bileşenleri tanımlamaktır. Geliştirilen model 3 pilot idareye uygulanmıştır.
- İdare 1 için puanlandırma matrisi incelendiğinde içme suyu alanındaki uygulamalar için mevcut puanın 2,7338, atık su şebeke alanında 2,9333 ve atık su arıtma alanında ise başlangıç puanının 2,8596 olduğu görülmüştür. İdare 1’in başlangıç durumu ve kurum yapısı göz önüne alındığında optimizasyon çalışması sonucunda içme suyu alanında puanın 3,8117’ye yükseldiği, atık su şebeke alanında 4,0500 ve atık su arıtma alanında ise puanının 3,8421 seviyesine yükseldiği görülmüştür.
- İdare 2 için puanlandırma matrisi incelendiğinde içme suyu alanındaki uygulamalar için mevcut puanın 3,3312, atık su şebeke alanında 3,2667 ve atık su arıtma alanında ise başlangıç puanının 3,6842 olduğu görülmüştür. İdare 2’in başlangıç durumu ve kurum yapısı göz önüne alındığında optimizasyon çalışması sonucunda içme suyu alanında puanın 4,0390’e yükseldiği, atık su şebeke alanında 4,1833 ve atık su arıtma alanında ise puanının 4,2281 seviyesine yükseldiği görülmüştür.

- İdare 3 için puanlandırma matrisi incelendiğinde içme suyu alanındaki uygulamalar için mevcut puanın 1,8312, atık su şebeke alanında 2,2333 ve atık su arıtma alanında ise başlangıç puanının 3,3860 olduğu görülmüştür. İdare 3'in başlangıç durumu ve kurum yapısı göz önüne alındığında optimizasyon çalışması sonucunda içme suyu alanında puanın 3,5195'e yükseldiği, atık su şebeke alanında 3,5667 ve atık su arıtma alanında ise puanının 4,0526 seviyesine yükseldiği görülmüştür.

Sonuç olarak bu çalışmada daha önce benzeri olmayan bir yapıda geliştirilen ve uygulanan modelin, temel olarak idarelerde mevcut durum analizini kapsamlı bir şekilde yapması, mevcut durum analizindeki kademeli puanlandırma yapısı, mevcut durum analiz matrisine göre ölçülebilen verilere göre Veri Matris yapısının oluşturulması, veri matrislerini kullanarak hesaplanan performans göstergelerinin belirlenmesi, mevcut duruma göre gerçekçi hedeflerin tanımlanması, idarelerin dinamik yapısına göre en uygun yöntemin belirlenmesi gibi bir su kanal idaresinde tüm faaliyetlerin yürütülmesi esnasında yöneticilere ve teknik personele önemli ölçüde avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Ülkemizde birçok su idaresi yıl içerisinde kendilerine gönderilen performans programlarını doğruluğu tartışılır bir şekilde doldurarak talep eden kurumlara iletmektedir. Talep yapan kurumlar ise sorgulamadan ve gönderilen verilerin doğruluğunu teyit etmeden bu verileri kullanmaktadır. Her işlem sonucunda idareler bir önceki tabloya bakarak kısmi iyileştirmelerle tekrar istene bilgi ve belgeleri sunmaktadırlar. Ancak geliştirilen model sayesinde idarelerin mevcut durum sorgulamasının bizzat uzman kişilerce kurumlara gidilerek yapıldığı, verilerin irdelendiği ve farklı bileşenler ile çapraz sorgulama yapılarak bilgilerin teyit edildiği bir yapıdadır. Ayrıca, diğer performans gösterge sistemlerinde mevcut durum ile ilgili herhangi bir çalışma bulunamaması, her yapıdaki idarelere aynı hedeflerin konulması uygun değildir. İdarelerin dinamik yapısına göre mevcut durum analizi yapılması ve gerçekçi hedeflerin konulması ve idareye göre en uygun yöntemin önerilmesi model sayesinde mümkün kılınmaktadır.

Bu sayede düzgün, devamlılığı olan ve verisi güvenilir göstergelerin hesaplanması mümkün olacaktır. Verisi olmayan ya da güvenilir verisi olmayan göstergeler ise hesaplanmayacaktır. Eksik olan bu veriler için idarelere hedefler konulacak, hedefler doğrultusunda belirlenen yöntemler uygulanarak idarelerin istenen seviyeye gelmesi sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Abebe, Y., Tesfamariam, S.** (2020) Storm sewer pipe renewal planning considering deterioration, climate change, and urbanization: a dynamic Bayesian network and GIS framework, Sustainable and Resilient Infrastructure. DOI: [10.1080/23789689.2020.1740865](https://doi.org/10.1080/23789689.2020.1740865)
- Aboelnga, H.T., Ribbe, L., Frechen, F.B., Saghir, J.** (2019). ‘‘ Urban Water Security: Definition and Assessment Framework’’. *Resources* 8, 178; doi:10.3390/resources8040178
- Alegre, H., Baptista, J.M., Cabrera Jr., E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W., Parena, R.** (2006). ‘‘ PERFORMANCE INDICATORS FOR WATER SUPPLY SERVICES’’. *IWA Publishing*
- Ananda, J.** (2019). ‘‘ Determinants of real water losses in the Australian drinking water sector’’. *Urban Water Journal, Vol. 16, NO. 8, 575–583* <https://doi.org/10.1080/1573062X.2019.1700288>
- Anbari, M.J., Tabesh, M., Roozbahani, A.** (2017). Risk assessment model to prioritize sewer pipes inspection in wastewater collection networks. *Journal of Environmental Management* 190: 91-101.
- Ashley, R., Hopkinson, P.** (2002). ‘‘Sewer systems and performance indicators—into the 21st century’’. *Urban Water* 4 (2002) 123–135
- Avila, C.A.M., Romero, F.J.S., P. Jiménez, A.L., Sánchez, M.P.** (2021). ‘‘Leakage Management and Pipe System Efficiency. Its Influence in the Improvement of the Efficiency Indexes’’. *Water*, 13, 1909. <https://doi.org/10.3390/w13141909>
- Bakir, H.A.** (2001). Sustainable wastewater management for small communities in the Middle East and North Africa. *Journal of Environmental Management*, 61, 319–328 doi:10.1006/jema.2000.0414
- Balekelayi, N., Tesfamariam, S.** (2021). Operational Risk-Based Decision Making for Wastewater Pipe Management. *Journal of Infrastructure Systems*. 27(1): doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000586.
- Balmér, P., Hellström, D.** (2012). *Performance indicators for wastewater treatment plants. Water Science & Technology* 65.7 2012

- Baum, R., Luh, J., Bartram, J.** (2013). Sanitation: A Global Estimate of Sewerage Connections without Treatment and the Resulting Impact on MDG Progress. *Environmental Science & Technology. Environ. Sci. Technol.*47, 1994–2000 doi.org/10.1021/es304284f
- Belloir, C., Stanford, C., Soares, A.** (2015). Energy benchmarking in wastewater treatment plants: the importance of site operation and layout. *Environ Technol*, 36: 260-269.
- Blumensaat, F., Leitão, J. P., Ort, C., Rieckermann, J., Scheidegger, A., Vanrolleghem, P. A. & Villez, K.** (2019). How urban storm- and wastewater management prepares for emerging opportunities and threats: digital transformation, ubiquitous sensing, new data sources and beyond – a horizon scan. *Environmental Science & Technology* 53 (15), 8488–8498.
- Bozkurt, C., Firat, M., Ateş, A.** (2022). Development of a new comprehensive framework for the evaluation of leak management components and practices. *Aqua-Water Infrastructure, Ecosystems and Society*. 71(5): 642-663.
- Bozkurt, C.** (2022) Su Kayıp Yönetimi ve Kontrolü İçin Optimizasyon Tabanlı En Uygun Strateji Modelinin, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Boztaş, F., Özdemir, Ö., Durmuşçelebi, F.M., Firat, M.** (2019). "Analyzing the effect of the unreported leakages in service connections of water distribution networks on non-revenue water". *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 16: 4393–4406
- Burian, S.J., Nix, S.J., Pitt, R.E., Durrans, S.R.** (2000). Urban Wastewater Management in the United States: Past, Present, and Future. *Journal of Urban Technology*, Volume 7, Number 3, pages 33-62. DOI: 10.1080/1063073002002171 7
- Cabral, M., Loureiro, D., Almeida, M., ve Covas, D.** (2019). Estimation of costs for monitoring urban water and wastewater networks. *Journal of Water Supply: Research and Technology - Aqua*, 68(2): 87–97.
- Campana, P.E., Mainardis, M., Moretti, A., Cottes, M.** (2021). 100% renewable wastewater treatment plants: Techno-economic assessment using a modelling and optimization approach. *Energy Conversion and Management*. 239: 114214.

- Cansino-Loeza, B., Tovar-Facio, J., Ponce-Ortega, J.M.** (2021). Stochastic optimization of the water-energy-food nexus in disadvantaged rural communities to achieve the sustainable development goals. *Sustainable Production and Consumption* 28 (2021) 1249-1261
- Caradot, N., Riechel, M., Fesneau, M., Hernandez, N., Torres, A., Sonnenberg, H., Eckert, E., Lengemann, N., Waschnewski, J., Rouault, P.** (2018). Practical benchmarking of statistical and machine learning models for predicting the condition of sewer pipes in Berlin, Germany. *Journal of Hydroinformatics* 20.5.
- Caradot, N., Sampaio, R., Guilbert, A.S., Sonnenberg, H., Perez, V., Dimova, V.** (2021). Using deterioration modelling to simulate sewer rehabilitation strategy with low data availability. *Water Science & Technology* 83.3.
- Cardenas-Quintero, M., Carvajal-Serna, F.** (2021). Review of the hydraulic capacity of urban grate inlet: a global and Latin American perspective. *Water Science & Technology* 83.11
- Carriço, N., Covas, D., Almeida, M.C.** (2021). ‘‘ Multi-criteria decision analysis in urban water asset management’’. *Urban Water Journal*, 18:7, 558-569, DOI: 10.1080/1573062X.2021.1913613
- Ceu Almeida, M., Brito, R.S., Jorge, C., Cardoso, M.A.** (2021). Performance Assessment System to Wastewater Utilities Strategic Planning. *Water*. 13, 2489.
- Chang, T.-J., Wang, C.-H., Chen, A. & Djordjevic, S.** 2018. The effect of inclusion of inlets in dual drainage modelling. *Journal of Hydrology* 559, 541–555.
- Chawira, M., Hoko, Z., Mhizha, A.** (2022). Partitioning non-revenue water for Juru Rural Service Centre, Goromonzi District, Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 103111. doi.org/10.1016/j.pce.2022.103113.
- Choi, J.H., Skibniewski, M., Shim, Y.G.** (2018). Economics of alternative water resources with an emphasis on aquifer storage and recovery. *Water Science & Technology: Water Supply* 18,2 2018. doi: 10.2166/ws.2017.137
- Choi, S.H., Shin, B., Shin, E.** (2022). Managing Apparent Loss and Real Loss from the Nexus Perspective Using System Dynamics. *Water*. 14: 231.
- Colacicco, A., Zacchei, E.** (2020). Optimization of energy consumptions of oxidation tanks in urban wastewater treatment plants with solar photovoltaic Systems. *Journal of Environmental Management*. 276: 111353

- Cordeiro, C., Borges, A., Ramos, R.** (2022). A Strategy to Assess Water Meter Performance. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 148(2), 05021027.
- Dada, A., Urich, C., Berten, F., Pezzagno, M., Piro, P., Grossi, G.** (2021). Water Sensitive Cities: An Integrated Approach to Enhance Urban Flood Resilience in Parma (Northern Italy). *Climate*. 9: 152.
- DeSilva, D., Burn, S., Tjandraatmadja, G., Moglia, M., Davis, P., Wolf, L., Held, I., Vollertsen, J., Williams, W., Hafskjold, L.** (2005). *Water Science & Technology Vol 52 No 12 pp 189–198*
- DeSilva, D., Marlow, D., Beale, D., Marney, D.** (2011). Sewer Blockage Management: Australian Perspective. *Journal Of Pipeline Systems Engineering and Practice*. doi: 10.1061/(ASCE)PS.1949-1204.0000084.
- D’Ercolea, M., Righetia, M., Ugarellib, R.M., Berardic, L., Bertola, P.** (2016). “An integrated modeling approach to optimize the management of a water distribution system: improving the sustainability while dealing with water loss, energy consumption and environmental impacts”. *Procedia Engineering 162* (2016) 433 – 440.
- Di Fraia, S., Massarotti, N., Vanoli, L.** (2018). A novel energy assessment of urban wastewater treatment plants. *Energy Conversion and Management*. 163: 304-313.
- Di Cicco, M.R., Spagnuolo, A., Masiello, A., Vetromile, C., Nappa, M., Gaetano Corbo, G., Lubritto, C.** (2019). Assessing energy performance and critical issues of a large wastewater treatment plant through full-scale data benchmarking. *Water Science & Technology in press*. doi: 10.2166/wst.2019.392
- Doghri, M., Duchesne, S., Poulin, A. ve Villeneuve, J. P.** (2020). Comparative Study of Pressure Control Modes Impact on Water Distribution System Performance. *Water Resources Management*, 34(1), 231–244. doi:10.1007/s11269-019-02436-z
- Doria de Santi, A., Cetrulo, T.B., Malheiros, T.F.** (2021). Water loss control practices in developing countries: a case study of a Brazilian region. *Water Supply*. 21.2:848-858.

- ElZein, Z., Abdou, A., Abd ElGawad, I.** (2016). Constructed Wetlands as a Sustainable Wastewater Treatment Method in Communities. *Procedia Environmental Sciences* 34 (2016) 605-617
- Eulogi, M., Ostojin, S., Skipworth, P., Shucksmith, J.D., Schellart, A.** (2021). Hydraulic optimisation of multiple flow control locations for the design of local real time control systems. *Urban Water Journal*, 18 (2): 91-100.
- Faramarzi, A., Heidarinejad, M., Stephens, B., Mirjalili, S.** (2020). Equilibrium Optimizer: A Novel Optimization Algorithm. *Knowledge-Based Systems*, 191,105190
- Farouk, A.M., Rahman, R.A., Romali, N.S.** (2021). ‘Non-revenue water reduction strategies: a systematic review’. *Smart and Sustainable Built Environment*. DOI 10.1108/SASBE-04-2021-0071
- Firat, M., Yilmaz, S., Ateş, A., Özdemir, Ö.** (2021). Determination of Economic Leakage Level with Optimization Algorithm in Water Distribution Systems. *Water Economics and Policy*, 7(3). doi:10.1142/S2382624X21500144
- Firat, M., Yilmaz, S., Ateş, A., Özdemir, Ö.,** (2021). Determination of Economic Leakage Level with Optimization Algorithm in Water Distribution Systems. *Water Economics and Policy*. 7(3), 1-38.
- Flores-Alsina, X., Ramin, E., Ikumi, D., Harding, T., Batstone, D., Brouckaert, C., Sotemann, S., Gernaey, K.V.** (2020). Assessment of sludge management strategies in wastewater treatment systems using a plant-wide approach. *Water Research* 190(2021)116714
- Flores-Alsina, X., Ramin, E., Ikumi, D., Harding, T., Batstone, D., Brouckaert, C., Sotemann, S., Gernaey, K.V.** (2021). Assessment of sludge management strategies in wastewater treatment Systems using a plant-wide approach. *Water Research*. 190: 116714.
- Fuentes, R., Molinos-Senante, M., Hernandez-Sancho, F., Sala-Garrido, R.** (2020). Analysing the efficiency of wastewater treatment plants: The problem of the definition of desirable outputs and its solution. *Journal of Cleaner Production*. 267: 121989.
- Fugledalen, T., Rokstad, M.M., Tscheikner-Gratl, F.** (2021). On the influence of input data uncertainty on sewer deterioration models – a case study in Norway. *Structure and Infrastructure Engineering*, DOI:

10.1080/15732479.2021.1998142.

Gaffield, S.J., Goo, R.L., Richards, L.A., Jackson, R.J. (2003). Public Health Effects of Inadequately Managed Stormwater Runoff. *American Journal of Public Health*

Ganjidoost, A. (2016). ‘‘ Performance Modeling and Simulation for Water Distribution and Wastewater Collection Networks’’. A thesis presented to the University of Waterloo in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Doctor of Philosophy in Civil Engineering

Ganjidoost, A., Knight, M.A., Unger, A.J.A., Haas, C.T. (2018). ‘‘Benchmark Performance Indicators for Utility Water and Wastewater Pipelines Infrastructure’’ *J. Water Resour. Plann. Manage.*, 144(3): 04018003. DOI: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000890

Ghawami, S.M., Borzooei, Z., Maleki, J. (2020). An effective approach for assessing risk of failure in urban sewer pipelines using a combination of GIS and AHP-DEA. *Process Safety and Environmental Protection*. 133: 275-285.

Gidiona, D.K., Honga, J., Adams, M.Z.A., Khoveyni, M. (2019). Network DEA models for assessing urban water utility efficiency. *Utilities Policy* 57 (2019) 48-58

Grigg, N.S. (2005). ‘‘Assessment and Renewal of Water Distribution Systems’’. *Journal Awwa* 97.2

Gu, Y., Li, Y., Li, X., Luo, P., Wang, H., Wang, X., Wu, J., Li, F. (2017). Energy self-sufficient wastewater treatment plants: feasibilities and challenges. *Energy Procedia* 105 (2017) 3741 – 3751

Hai, T.N., Safder, U., Nguyen, N., Yoo, C. (2019). Multi-objective decision-making and optimal sizing of a hybrid renewable energy system to meet the dynamic energy demands of a wastewater treatment plant. *Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116570>

Haider, H., Sadiq, R., Tesfamariam, S. (2013). ‘‘Performance indicators for small- and medium-sized water supply systems: a review’’, *Environmental Reviews*. doi: 10.1139/er-2013-0013 1-40

- Haider, H., Sadiq, R., Tesfamariam, S.** (2015). ‘Multilevel performance management framework for small to medium sized water utilities in Canada’. *Can. J. Civ. Eng.* 42: 889–900 (2015) dx.doi.org/10.1139/cjce-2015-0227
- Haider, H., Sadiq, R., Tesfamariam, S.** (2016). ‘Inter-Utility Performance Benchmarking Model for Small-to-Medium-Sized Water Utilities: Aggregated Performance Indices’. *Journal of Water Resources Planning and Management*. DOI: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000552
- He Y, Zhu Y, Chen J, Huang M, Wang P, Wang G, vd.** (2019) Assessment of energy consumption of municipal wastewater treatment plants in China. *J Cleaner Prod* ,228:399–404.
- Henri, J.F.O., Journeault, M.** (2008). ‘Environmental performance indicators: An empirical study of Canadian manufacturing firms’. *Journal of Environmental Management* 87 165–176. doi:10.1016/j.jenvman.2007.01.009
- Henriques, A., Camando, A.S., Amorim, P., Silva, J.G.** (2020). Performance benchmarking using composite indicators to support regulation of the Portuguese wastewater sector. *Utilities Policy*. 66: 101082.
- Hernández, N., Caradot, N., Sonnenberg, H., Rouault, P. & Torres, A.** 2018. Support tools to predict the critical structural condition of uninspected pipes for case studies of Germany and Colombia. *Water Practice & Technology* 13 (4), 794–802.
- Hernández-Chover, V., Bellver-Domingo, A., Hernández-Sancho, F.** (2018). Efficiency of wastewater treatment facilities: The influence of scale economies. *Journal of Environmental Management* 228 (2018) 77-84
- Hernández, N., Caradot, N., Sonnenberg, H., Rouault, P., Torres, A.** (2021). Optimizing SVM models as predicting tools for sewer pipes conditions in the two main cities in Colombia for different sewer asset management purposes. *Structure and Infrastructure Engineering*. 17(2): 156–169.
- Hristow, J., Barreiro-Hurle, J., Salputra, G., Blanco, M., Witzke, P.** (2021). Reuse of treated water in European agriculture: Potential to address water scarcity under climate change. *Agricultural Water Management*. 251: 106872.
- Hu, X., Han, Y., Yu, B., Geng, Z., Fan, J.** (2021). ‘Novel leakage detection and water loss management of urban water supply network using multiscale neural

- networks''. *Journal of Cleaner Production* 278 (2021) 123611
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123611>
- Ikumi, D. , Harding, T.** (2020). Kinetics of biological and chemical processes in anoxic-aerobic digestion of phosphorus rich waste activated sludge. *Water Res.* 170, 115333
- Ruiz-Rosa, I., García-Rodríguez, F.J., Mendoza-Jimenez, J.** (2015). *Development and application of a cost management model for wastewater treatment and reuse processes. Journal of Cleaner Production* 1-12
- Jato-Espino D, Sillanpää N, Pathak S.** (2019) Flood modelling in sewer networks using dependence measures and learning classifier systems. *J Hydrol* 578:124013.
- Jang, J.-H., Chang, T.-H. & Chen, W.-B.** (2018). Effect of inlet modelling on surface drainage in coupled urban flood simulation. *Journal of Hydrology* 562, 168–180.
- Kanakoudis, V., Tsitsifli, S., Cerk, M., Banovec, P., Samaras, P., Zouboulis, A.I.** (2015). ‘‘ Basic Principles of a DSS Tool Developed to Prioritize NRW Reduction Measures in Water Pipe Networks’’. *Water Qual Expo Health* 7:39–51 DOI 10.1007/s12403-014-0111-0
- Karrman, E.** (2001) ‘‘Strategies towards sustainable wastewater management ‘‘. *Urban Water* 3, 63-72
- Korf, A.W., Wilken, J.W., Net, N.J.** (1996). ‘‘Strategies and Management Models For Metropolitan Wastewater, Implementation and Evaluation in the East Rand, South Africa’’. PH: 50273-1 223(96)00858-X
- Lahnsteiner, J., Lempert, G.** (2007). Water management in Windhoek, Namibia. *Water Science & Technology* Vol 55 No 1–2 pp 441–448 IWA Publishing 2007
- Lee, J., Park, C.Y., Baek, S., Han, S.H., Yun, S.** (2021). Risk-Based Prioritization of Sewer Pipe Inspection from Infrastructure Asset Management Perspective. *Sustainability.* 13, 7213.
- Li, J., Sharma, K., Liu, Y., Jiang, G., Yuan, Z.** (2019). Real-time prediction of rain-impacted sewage flow for on-line control of chemical dosing in sewers. *Water Reserach.* 149, 311–321.
- Li, J., Sharma, K., Li, W., Yuan, Z.** (2022). Swift hydraulic models for real-time control applications in sewer networks . *Water Research.* 213: 118141.

- Lopez-Morales, C., Rodriguez-Tapia, L.** (2019). On the economic analysis of wastewater treatment and reuse for designing strategies for water sustainability: Lessons from the Mexico Valley Basin. *Resources, Conservation & Recycling*. 140: 1-12.
- Lund, N.S.V., Falk, A.K.V., Borup, M., Madsen, H., Steen Mikkelsen, P.** (2018). Model predictive control of urban drainage systems: a review and perspective towards smart real-time water management. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 48 (3), 279–339.
- Lyu, S., Chen, W., Zhang, W., Fan, Y., Jiao, W.** (2016). ‘Wastewater reclamation and reuse in China: Opportunities and challenges’. *Journal of Environmental Sciences* 39 (2016) 86-96
- Malik, O.A., Hsu, A., Johnson, L.A., Sherbinin, A.** (2015). A global indicator of wastewater treatment to inform the Sustainable Development Goals (SDGs), *Environmental Science and Policy* 48(2015)172-185.
- Marti, N., Barat, R., Seco, A., Pastor, L., Bouzas, A.** (2017). Sludge management modeling to enhance P-recovery as struvite in wastewater treatment plants. *Journal of Environmental Management*. 196: 340-346.
- Matos, R., Cardoso, A., Duarte, P., Ashley, R., Molinari, A., Schulz, A.** (2002). ‘Performance Indicators For Wastewater Services ñ On the way to a Manual of Best Practice and Its Implementation’. *Urban Drainage*
- Matos, R., Cardoso, A., Duarte, P., Ashley, R., Molinari, A., Schulz, A.** (2003). *Performance indicators for wastewater services – towards a manual of best practice*. *Water Science and Technology: Water Supply* Vol 3 No 1–2 sf. 365–371
- Mauchauffee S, Denieul MP, Coste M.** (2012) Industrial wastewater re-use: closure of water cycle in the main water consuming industries—the example of paper mills. *Environ Technol* 33(19):2257–2262
- Mezhoud, M., Berreksi, A., Bedjou, A., Bosseler, B.** (2022). Prioritization of maintenance work in wastewater networks using decision support methods. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*. 12 (2): 186–199

- Miller, J.D., Hutchins, M.** (2017). The impacts of urbanisation and climate change on urban flooding and urban water quality: A review of the evidence concerning the United Kingdom. *J. Hydrol.: Reg. Stud.* 12, 345–362.
- Mirjalili, S., Lewis, A.** (2014) Grey Wolf Optimizer. *Advances in Engineering Software*, 69,46-61
- Mobini, S., Pirzamanbein, B., Berndtsson, R., Larsson, R.** (2022). Urban flood damage claim analyses for improved flood damage assessment. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 77 (2022) 103099
- Molinos-Senante, M., Hernandez-Sancho, F., Sala-Garrido, R.** (2013). Benchmarking in wastewater treatment plants: a tool to save operational costs. *Clean Techn Environ Policy*, 16:149–161 DOI 10.1007/s10098-013-0612-8
- Molinos-Senante, M., Guzman, C.** (2018). Benchmarking energy efficiency in drinking water treatment plants: Quantification of potential savings. *Journal of Cleaner Production* 176 (2018) 417-425
- Moslehi I, Jalili-Ghazizadeh M, Yousefi-Khoshqalb E.** (2021) “Developing a framework for leakage target setting in water distribution networks from an economic perspective”. *Structure and Infrastructure Engineering*, 17(6), 821-837, 2021.
- Mutikanga, H., Sharma, S., Vairavamoorthy, K., Cabrera, E.** (2010). “Using performance indicators as a water loss management tool in developing countries”. *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA* 59.8
- Mutikanga, H.E., Sharma, S.K., Vairavamoorthy, K.** (2011). “ Multi-criteria Decision Analysis: A Strategic Planning Tool for Water Loss Management”. *Water Resour Manage*, 25:3947–3969 DOI 10.1007/s11269-011-9896-9
- Najar, N., Persson, K.M.** (2021). *A Sustainability Index within Water and Wastewater Management in Sweden: An Evaluation of Eight Case Studies*. *Water*, 13, 1879. [https:// doi.org/10.3390/w13141879](https://doi.org/10.3390/w13141879)
- Newhart, K.B., Holloway, R.W., Hering, A.S., Cath, T.Y.** (2019) Data-driven performance analyses of wastewater treatment plants: A review. *Water Research*. 157: 498-513.

- Noshahri, H., Scholtenhuis, L.L., Doree, A.G., Dertien, E.C.** (2021). Linking sewer condition assessment methods to asset managers' data-needs. *Automation in Construction* 131 (2021) 103878.
- Oberascher, M., Möderl, M., Sitzenfrei, R.** (2020). ‘‘ Water Loss Management in Small Municipalities: The Situation in Tyrol’’. *Water*, 12, 3446; doi:10.3390/w12123446
- Omole, D.O., Jim-George, T., Akpan V.E.** (2019). Economic Analysis of Wastewater Reuse in Covenant University. *Journal of Physics: Conf. Series*, 1299 012125. doi:10.1088/1742-6596/1299/1/012125
- Orhan, C., Firat, M., Yilmaz, S.** (2022). Identification of priority areas for rehabilitation in wastewater systems using Entropy, Electre and Topsis. *Water Practice&Technology*. 17(4): 835-851.
- Pasch, J., Mac, P.** (2005). Building sustainable wastewater reuse in Jordan. *Water Science and Technology: Water Supply Vol 5 No 3–4* pp 17–25
- Palme, U., Lundin, M., Tillman, A-M., Molander, S.** (2005). Sustainable development indicators for wastewater systems – researchers and indicator users in a co-operative case study. *Resources, Conservation and Recycling* 43 (2005) 293–311
- Pinto, F.S., Costa, A.S., Figueira, J.R., Marques, R.C.** (2017). The quality of service: an overall performance assessment for water utilities. *Omega* 69, 115–125.
- Qadir, M., Bahri, A., Sato, T., Al-Karadsheh, E.** (2010). Wastewater production, treatment, and irrigation in Middle East and North Africa. *Irrig Drainage Syst* 24:37–51 DOI 10.1007/s10795-009-9081-y
- Quadros, S., Rosa, M.J., Alegre, H., Silva, C.** (2010). A performance indicators system for urban wastewater treatment plants. *Water Science & Technology—WST* 62.10.
- Radini, S., Marinelli, E., Akyol, Ç., Eusebi, A.L., Vasilaki, V., Mancini, A., Frontoni, E., Bischetti, G.B., Gandolfi, C., Katsou, E., Fatone, F.** (2021). Urban water-energy-food-climate nexus in integrated wastewater and reuse systems: Cyber-physical framework and innovations. *Applied Energy* 298(2021) 117268
- Ramos-Salgado, C., Munuzuri, J., Aparicio-Ruiz, P., Onieva, L.** (2021). A decision support system to design water supply and sewer pipes replacement intervention programs. *Reliability Engineering and System Safety*. 216: 107967

- Rehan, R., Knight, M.A., Unger, A.J.A., Haas, C.T.** (2014). ‘‘ Financially sustainable management strategies for urban wastewater collection infrastructure – development of a system dynamics model’’. *Tunnelling and Underground Space Technology* 39 (2014) 116–129. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tust.2012.12.003>
- Riggio VA, Ruffino B, Campo G, Comino E, Comoglio C, Zanetti M.** (2018) Constructed wetlands for the reuse of industrial wastewater: a case-study. *J Cleaner Prod* 2018; 171:723–32
- Rodriguez, J.P., McIntyre, N., Diaz-Granados, M., Quijano, J.P., Maksimovic, C.** (2013). Monitoring and modelling to support wastewater system management in developing mega-cities. *Science Total Environment*. 445-446: 79-93.
- Roghani, B., Cherqui, F., Ahmadi, M., Le Gauffre, P., Tabesh, M.** (2019). Dealing with uncertainty in sewer condition assessment: Impact on inspection programs. *Automation in Construction*. 103: 117-126.
- Rokstad, M. M., Ugarelli, R. M.** (2015). Evaluating the role of deterioration models for condition assessment of sewers. *Journal of Hydroinformatics* 17.5.
- Roldan, M. Bouzas, A. , Seco, A. , Mena, E. , Mayor, A. , Barat, R.** (2020). An integral approach to sludge handling in a WWTP operated for EBPR aiming phosphorus recovery: simulation of alternatives, LCA and LCC Analyses. *Water Res.* 175, 115647.
- Ruiz-Rosa, I., García-Rodríguez, F.J., Mendoza-Jimenez, J.** (2015). Development and application of a cost management model for wastewater treatment and reuse processes. *Journal of Cleaner Production*, 1-12
- Sabia, G., Luigi, P., Avolio, F., Caporossi, E.** (2020). Energy saving in wastewater treatment plants: A methodology based on common key performance indicators for the evaluation of plant energy performance, classification and benchmarking. *Energy Conversion and Management*, 220: 113067.
- Sadr, S.M.K., Campos, A.C., Fu, G., Farmani, R., Ward, S., Butler, D.** (2020) ‘‘Strategic planning of the integrated urban wastewater system using adaptation pathways’’. *Water Research* 182 (2020) 116013. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116013>
- Santi, A.D., Cetrulo, T.B., Malheiros, T.F.** (2021). ‘‘ Water loss control practices in developing countries: a case study of a Brazilian region’’. *Water Supply* 21.2 2021. doi: 10.2166/ws.2020.351

- Sala-Garrido, R., Molinos-Senante, M.** (2020). Benchmarking energy efficiency of water treatment plants: Effects of data variability. *Science of the Total Environment*. 701: 134960.
- Salgot, M., & Folch, M.** (2018). Wastewater treatment and water reuse. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2, 64–74. doi:10.1016/j.coesh.2018.03.005
- Schneider, M. Y., Furrer, V., Sprenger, E., Carbajal, J. P., Villez, K., & Maurer, M.** (2020). Benchmarking soft-sensors for remote monitoring of on-site wastewater treatment plants. *Environmental Science & Technology*. doi:10.1021/acs.est.9b07760
- Shafgat, A.** (2010). The role of the municipality in waste water management in Bahawalpur city. *Management of Environmental Quality, An International Journal*. <http://dx.doi.org/10.1108/14777831111122879>
- Shenga, X., Qiuc, S., Xub, F., Shib, J., Songa, X., Yua, Q., Liua, R., Chen, L.** (2020). “ Management of rural domestic wastewater in a city of Yangtze delta region: Performance and remaining challenges”. *Bioresource Technology Reports* 11 (2020) 100507
- Silva, C., Rosa, M.J.** (2015). Energy performance indicators of wastewater treatment: a field study with 17 Portuguese plants, *Water Science & Technology* 72.4 2015. doi: 10.2166/wst.2015.189
- Silva, C., Matos, J.S., Rosa, M.J.** (2016). Performance indicators and indices of sludge management in urban wastewater treatment plants. *Journal of Environmental Management* xxx (2016) 1e11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.056> 0301-4797
- Shushua, U.P., Komakecha, H.C., Dodoo-Arhinb, D., Ferras, D., Kansal, M.L.** (2021). “ Managing non-revenue water in Mwanza, Tanzania: A fast-growing sub-Saharan African city”. *Scientific African* 12 (2021) e00830. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00830>
- Smol, M., Adam, C., Prelsner, M.** (2020). Circular economy model framework in the European water and wastewater sector. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. 22: 682-697.

- Sotelo, T.J., Sioen, G.B., Satoh, H.** (2021). Circling the drain: A systems analysis of opportunities for enhanced sewer self-purification technologies in wastewater management. *Journal of Environmental Management*. 288: 112451.
- Strazzabosco, A., Kenway, S.J., Lant, P.A.,** (2019). Solar PV adoption in wastewater treatment plants: a review of practice in California. *J. Environ. Manag.* 248,1-10.
- Styles, D., Schoenberger, H., Martos, J.L.G.** (2015). ‘‘ Water management in the European hospitality sector: Best practice, performance benchmarks and improvement potential’’. *Tourism Management* 46 (2015) 187-202
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tourman.2014.07.005>
- Sourabh., N., Timbadiya., P.V.** (2018). Hydraulic and Condition Assessment of Existing Sewerage Network: A Case Study of an Educational Institute. *J. Inst. Eng. India Ser.* <https://doi.org/10.1007/s40030-018-0296-5>
- Szeląg, B., Kiczko, A., Lagod, G., De Paola, F.** (2021). Relationship Between Rainfall Duration and Sewer System Performance Measures Within the Context of Uncertainty. *Water Resources Management*. 35: 5073–5087
- Teixeiraa, M.R., Mendesb, P., Murtac, E., Nunes, L.M.** (2015). ‘‘ Performance indicators matrix as a methodology for energy management in municipal water services’’, *Journal of Cleaner Production*. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.03.016
- Torkaman, N., Ahmadi, H., Aminnejad, B.** (2020). ‘‘Calibration of the continuous water model based on the NRW patterns’’. *Journal of Applied Water Engineering and Research*, <https://doi.org/10.1080/23249676.2020.1844603>
- Ugarelli, R., Venkatesh, G., Brattebo, H., Di Federico, V.** (2010) Asset Management for Urban Wastewater Pipeline Networks. *Journal of Infrastructure Systems*. 16(2): [doi.org/10.1061/\(ASCE\)IS.1943-555X.0000011](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000011).
- Vaccari, M., Foladori, P., Vitali F.** (2018). Benchmarking of energy consumption in municipal wastewater treatment plants – a survey of over 200 plants in Italy. *Water Science & Technology in press*. doi: 10.2166/wst.2018.035
- Vanegas, S., Montes, C., Saldarriaga, J.** (2022). Prioritizing inspection of sewer pipes based on self-cleansing criteria. *Urban Water Journal*, DOI: 10.1080/1573062X.2022.2035408

- Vieira, P., Alegre, H., Rosa, M.J., Lucas, H.** (2008). “ Drinking water treatment plant assessment through performance indicators”, *Water Science & Technology: Water Supply-WSTWS8.3* 2008
- Vouk, D., Malus, D., Halkijevic, I.** (2011). Neural networks in economic analyses of wastewater systems. *Expert Systems with Applications* 38 (2011) 10031-10035. doi:10.1016/j.eswa.2011.02.014
- Walsh, B.P., Murray, S.N., O’Sullivan, D.T.J.** (2015). “ The water energy nexus, an ISO50001 water case study and the need for a water value system”,. *Water Resources and Industry* 10 (2015) 15-28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wri.2015.02.001>
- Wang, K., Davies, E.G.R.** (2018). “Municipal water planning and management with an end-use based simulation model”. *Environmental Modelling & Software* 101 (2018) 204-217
- Wendland, C., Albold, A.** (2010) “ Sustainable and cost-effective wastewater systems for rural and peri-urban communities up to 10,000 population equivalents”
- Wilson, L., Lichinga, K.N., Kilindu, B.A., Masse, A.A.** (2021) Water utilities’ improvement: The need for water and energy management techniques and skills. *Water Cycle* 2(2021) 32-37
- Wu , C.Z., Huang, H., Zheng, S.P., Yin, X.L.** (2002). An economic analysis of biomass gasification and power generation in China. *Bioresour Technol* 83 (2002) 65–70
- Yang L, Li J, Kang A, Li S, Feng P.** (2020) The effect of nonstationarity in rainfall on urban flooding based on coupling SWMM and MIKE21. *Water Resources Management*. 34: 1535–1551.
- Yang, J., Chen, B.** (2021). Energy efficiency evaluation of wastewater treatment plants (WWTPs) based on data envelopment analysis. *Applied Energy*. 289: 116680.
- Yasya, H.R., Juwana, I.** (2020). Wastewater management strategies planning of Cimahi city based on 2018 city sanitation strategy guideline. *Earth and Environmental Science* 483 (2020) 012020 doi:10.1088/1755-1315/483/1/012020
- Yilmaz, S., Firat, M., Ateş, A., Özdemir, Ö.** (2022). Analyzing the economic water loss level with a discrete stochastic optimization algorithm by considering budget

- constraints. *AQUA-Water Infrastructure, Ecosystems and Society*. 71(7): 835-848.
- Yin, X., Y. Chen, A. Bouferguene, H. Zaman, M. Al-Hussein, and L. Kurach.** (2020). “A Deep Learning-Based Framework for an Automated Defect Detection System for Sewer Pipes.” *Automation in Construction* 109: 102967.
- Zaman, D., Gupta, A.K., Uddameri, V., Tiwari, M.K., Ghosal, P.S.** (2021). “Hydraulic performance benchmarking for effective management of water distribution networks: An innovative composite index-based approach”. *Journal of Environmental Management* 299 (2021) 113603. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113603>
- Zan, F., Iqbal, A., Guo, G., Liu, X., Dai, J., Ekama, G.A., Chen, G.,** (2020). Integrated food waste management with wastewater treatment in Hong Kong: Transformation, energy balance and economic analysis, *Water Research* (2020), doi: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116155>.
- Zangenehmadar, Z.** (2016). “Asset Management Tools for Sustainable Water Distribution Networks”. Presented in Partial Fulfillment of the Requirements For the Degree of Doctor of Philosophy (Civil and Environmental Engineering) at Concordia University Montreal, Quebec, Canada August 2016
- Zarei, M.** (2020). Wastewater resources management for energy recovery from circular economy perspective. *Water-Energy Nexus*. 3: 170-185.
- Zhang, Y., Shen, Y.** (2019). Wastewater irrigation: past, present, and future. *Wiley Interdiscip. Rev. Water* 6 (3), p.e1234. <https://doi.org/10.1002/wat2.1234>.
- Zhang, Y., Zhang, C., Qiu, Y., Li, B., Pang, H., Xue, Y, Liu, Y., Yuan, Z., Huang, X.** (2020). Wastewater treatment technology selection under various influent conditions and effluent standards based on life cycle assessment. *Resour Conserv Recycl* 2020;154:104562.
- Zhou, Z., Wu, H., Song, P.** (2019). Measuring the resource and environmental efficiency of industrial water consumption in China: a non-radial directional distance function. *J. Clean. Prod.* 240, 118e130.
- Zolfaghaey, P., Zakerinia, M., Kazemi, H.** (2021). A model for the use of urban treated wastewater in agriculture using multiple criteria decision making (MCDM) and

geographic information Sistem (GIS). Agricultural Water Management. 243: 106490.

Zyoud, S.H., Kaufmann, L.G., Shaheen, H., Samhan, S., Fuchs-Hanusch D. (2016). A framework for water loss management in developing countries under fuzzy environment: Integration of Fuzzy AHP with Fuzzy TOPSIS. Expert System with Applications. 61:86-105.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Selami KILIÇ

Öğrenim Durumu

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Pamukkale Üniversitesi	2008
Y. Lisans	İnşaat Mühendisliği	İnönü Üniversitesi	2018
Doktora	İnşaat Mühendisliği	İnönü Üniversitesi	2023

Mesleki Durumu

Çalıştığı Yer	Görevi	Yıl
Askerlik Hizmeti (Şırnak/Cizre)	Yedek Subay	2008-2009
Özel Sektör (Mersin)	Şantiye Mühendisi	2010-2011
Kale Belediyesi (Malatya)	Fen Memuru (Sözleşmeli)	2011-2012
DSİ 19. Bölge Müdürlüğü (Sivas)	Kontrol Mühendisi	2012-2016
Malatya Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü	İnşaat Mühendisi	2016-Devam

DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN ÇALIŞMALAR (Makaleler, Bildiriler v.b.)

SCI'de Taranan Dergilerde Yapılan Çalışmalar

KILIC, S., FIRAT, M., OZDEMİR, O. (2023) A Novel Current Condition Assessment System for Sustainable Management and Operation of Wastewater Treatment Plants. Journal of Environmental Engineering, <https://doi.org/10.1061/JOEEDU.EEENG-7252>

KILIC, S., FIRAT, M., YILMAZ, S., ATES, A. A Novel Assessment Framework for Evaluation of Current Implementation Level of Water and Wastewater Management Practices, Water Supply (Kabul Edildi)